

JP 2000-317797

## \* NOTICES \*

The Japanese Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## CLAIMS

## [Claim(s)]

[Claim 1] The abrasive tools characterized by making thin plate-like part material have intervened between the aforementioned polisher and the aforementioned elastic body in the abrasive tools equipped with the tool pedestal which attaches the elastic body, the aforementioned polisher, and the aforementioned elastic body holding a polisher and this polisher.

[Claim 2] The aforementioned plate-like part material is an abrasive tools according to claim 1 characterized by being easily formed in the perpendicular orientation possible [ deformation ] to the field.

[Claim 3] The aforementioned plate-like part material is an abrasive tools according to claim 1 or 2 characterized by being flat spring.

[Claim 4] The aforementioned flat spring is an abrasive tools according to claim 3 characterized by being formed by metal sheet metal material, such as SUS material with a thickness of about 0.03-0.2mm, spring steel material, and phosphor-bronze material.

[Claim 5] The abrasive tools according to claim 1 characterized by being resin web materials, such as a polyurethane foaming sheet whose aforementioned plate-like part material is the thickness of about 0.2-1mm.

[Claim 6] both the aforementioned polisher and the aforementioned elastic body consist of a wafer which the plurality became independent of -- having -- the above -- the abrasive tools according to claim 1 or 2 characterized by being attached in the position which corresponds on both sides of thin plate-like part material, respectively

[Claim 7] The wafer which the plurality which constitutes the aforementioned polisher and the aforementioned elastic body became independent of is an abrasive tools according to claim 6 characterized by carrying out arrangement formation independently on the same periphery.

[Claim 8] The aforementioned plate-like part material is an abrasive tools according to claim 6 or 7 characterized by being formed by metal sheet metal material, such as SUS material, spring steel material, and phosphor-bronze material.

[Claim 9] The aforementioned plate-like part material is an abrasive tools given in the claim 6 characterized by forming the slit in positions other than the site in which two or more wafers which constitute the aforementioned polisher are attached, or any 1 term of 8.

[Claim 10] The aforementioned plate-like part material is an abrasive tools given in the claim 6 characterized by connecting two or more sites in which two or more wafers which constitute the aforementioned polisher are attached by the part, respectively, or any 1 term of 9.

[Claim 11] The aforementioned elastic member is an abrasive tools given in the claim 1 characterized by being formed with rubber, such as polychloroprene rubber and silicone rubber, or sponge-like rubber, or any 1 term of 10.

[Claim 12] In the abrasive tools equipped with the tool pedestal which attaches the elastic body, the aforementioned polisher, and the aforementioned elastic body holding a polisher and this polisher The independent polisher wafer and the independent piece of the elastic section of the plurality which constitutes the aforementioned polisher and the aforementioned elastic body, respectively, It has the plate-like part material of the shape of a grid which consists of a joining segment which connects a part for parts for two or more attaching part which hold two or more aforementioned polisher wafers, respectively, and this attaching part. The aforementioned polisher wafer and the aforementioned piece of the elastic section are an abrasive tools characterized by being attached so that it may correspond on both sides of a part for the attaching part of the aforementioned plate-like part material, respectively.

[Claim 13] two or more aforementioned pieces of the elastic section -- each -- the abrasive tools according to claim 12 characterized by falling in the right-angled orientation to the orientation of a load, falling on the side for prevention, and preparing a prevention wall in it

[Claim 14] The aforementioned piece of the elastic section is an abrasive tools according to claim 12 or 13 characterized by being formed by rubber, such as polychloroprene rubber and silicone rubber, sponge-like rubber, or foaming resin material.

[Claim 15] The aforementioned piece of the elastic section is an abrasive tools according to claim 12 or 13 characterized by being formed with coiled spring.

[Claim 16] In the abrasive tools equipped with the tool pedestal which attaches the elastic member and the aforementioned polisher holding a polisher and this polisher, and the aforementioned elastic member The plate-like part material of the shape of a grid which consists of a joining segment which connects a part for parts for two or more attaching part which hold the independent polisher wafer and two or more of these polisher wafers of the plurality which constitutes the aforementioned polisher, respectively, and this attaching part, The abrasive tools

characterized by having two or more cylinder means arranged independently in the aforementioned tool pedestal possible [ a move ] as the aforementioned elastic member corresponding to a part for the attaching part of the aforementioned plate-like part material, respectively.

[Claim 17] The aforementioned plate-like part material is an abrasive tools given in the claim 12 characterized by being formed by metal sheet metal material, such as SUS material, spring steel material, and phosphor-bronze material, or any 1 term of 16.

[Claim 18] The aforementioned plate-like part material is an abrasive tools given in the claim 12 characterized by forming more thickly than other fractions only a part for the attaching part holding the aforementioned polisher wafer, or any 1 term of 17.

[Claim 19] The aforementioned polisher is an abrasive tools given in the claim 1 characterized by being formed by the pitch, foaming polyurethane, silicone rubber, or the fluororesin, or any 1 term of 18.

[Claim 20] The abrasive tools characterized by forming the aforementioned elastic body in the shape of zona orbicularis in the abrasive tools equipped with the tool pedestal which attaches the elastic body, the aforementioned polisher, and the aforementioned elastic body holding a polisher and this polisher while the outer diameter of a tool and a concentric circle-like lobe are prepared in a part for the center section of the aforementioned tool pedestal, making the elastic body of the shape of this zona orbicularis fit into the aforementioned lobe, and having arranged the aforementioned polisher in the elastic body of the shape of this zona orbicularis.

[Claim 21] The abrasive tools characterized by preparing the outer diameter of a tool, and an annular concentric circle-like lobe along with the periphery section of the aforementioned tool pedestal, making the aforementioned elastic body fit in in this annular lobe in the abrasive tools equipped with the tool pedestal which attaches the elastic body, the aforementioned polisher, and the aforementioned elastic body holding a polisher and this polisher, and having arranged the aforementioned polisher in the aforementioned elastic body.

[Claim 22] The amount of ejection of the aforementioned lobe is an abrasive tools according to claim 20 or 21 characterized by the thing low at least 1mm or more compared with the thickness of the aforementioned elastic body.

[Claim 23] It is an abrasive tools given in the claim 20 characterized by for the aforementioned elastic body consisting of with a JIS degree of hardness of about 15 to 30 polychloroprene rubber, or a resin, and the aforementioned polisher consisting of a pitch, foaming polyurethane, silicone rubber, or a fluororesin, or any 1 term of 22.

[Claim 24] It is the abrasive tools characterized by forming the aforementioned polisher in the shape of abbreviation zona orbicularis in the abrasive tools equipped with the tool pedestal which attaches the elastic body, the aforementioned polisher, and the aforementioned elastic body holding a polisher and this polisher, and being arranged along with the periphery section of a tool on the aforementioned elastic body.

[Claim 25] It is the abrasive tools according to claim 24 characterized by for the aforementioned elastic body consisting of with a JIS degree of hardness of about 30 polychloroprene rubber or a resin, and the polisher of the shape of aforementioned abbreviation zona orbicularis consisting of resin material, such as a pitch with 1 / about five to 1/20 width of face of the diameter of a tool, foaming polyurethane, or a tetrafluoroethylene resin.

[Claim 26] The aforementioned abrasive tools is an abrasive tools given in the claim 1 characterized by being formed in a minor diameter rather than the processed field of a workpiece, or any 1 term of 25.

[Claim 27] The aforementioned abrasive tools is an abrasive tools given in the claim 1 characterized by being formed with a twice [ more than ] as many diameter as the wave of the small period which he is [ small period ] a minor diameter and wants to remove on a processed field from the processed field of a workpiece, or any 1 term of 25.

[Translation done.]

#### \* NOTICES \*

The Japanese Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

#### DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the cross section of the abrasive tools of the 1st example of this invention.

[Drawing 2] It is the plan of plate-like part material used for the abrasive tools of the 1st example of this invention.

[Drawing 3] It is the cross section showing the modification of the abrasive tools of the 1st example of this invention.

[Drawing 4] (a) And (b) is drawing showing the mode which grinds the aspheric surface of the workpiece by the abrasive tools of the 1st example of this invention, and (c) is drawing showing the mode which carries out the polishing elimination of the ripple of the workpiece by this abrasive tools.

[Drawing 5] It is drawing showing the polishing scanning tracing to the processed field of the abrasive tools of the 1st example of this invention.

[Drawing 6] (a) is the cross section of the abrasive tools of the 2nd example of this invention, and (b) is the end view of a polisher in this abrasive tools.

[Drawing 7] (a) And (b) is the plan of plate-like part material which can be used for the abrasive tools of the 2nd example of this invention.

[Drawing 8] (a) is the cross section showing the modification of the abrasive tools of the 2nd example of this invention, and (b) is the end view of a polisher in the modification of this abrasive tools.

[Drawing 9] (a) And (b) is drawing showing the mode which grinds the aspheric surface of the workpiece by the abrasive tools of the 2nd example of this invention, and (c) is drawing showing the mode which carries out the polishing elimination of the ripple of the workpiece by this abrasive tools.

[Drawing 10] (a) is the cross section of the abrasive tools of the 3rd example of this invention, and (b) is the bottom view of this abrasive tools.

[Drawing 11] It is drawing showing the mode which grinds the aspheric surface of the workpiece by the abrasive tools of the 3rd example of this invention.

[Drawing 12] It is the cross section showing the modification of the abrasive tools of the 3rd example of this invention.

[Drawing 13] It is the cross section showing other modifications of the abrasive tools of the 3rd example of this invention.

[Drawing 14] It is the cross section showing other modifications of the abrasive tools of the 3rd example of this invention.

[Drawing 15] It is the cross section showing other modifications of the abrasive tools of the 3rd example of this invention.

[Drawing 16] It is the cross section of the abrasive tools of the 4th example of this invention.

[Drawing 17] It is the cross section showing the modification of the abrasive tools of the 4th example of this invention.

[Drawing 18] (a) is the cross section of the abrasive tools of the 5th example of this invention, and (b) is the plan of a polisher in this abrasive tools.

[Drawing 19] It is the plan of other polishers in the abrasive tools of the 5th example of this invention.

[Drawing 20] It is a cross section illustrating an example of the conventional abrasive tools.

[Description of Notations]

1 Abrasive Tools

2 Polisher

3 Plate-like Part Material (Flat Spring)

3a Central segment

3b Circumference segment

3x Polyurethane foaming sheet

4 Elastic Body

5 Tool Pedestal

11 Abrasive Tools

12, 12x Polisher

12a, 12xa Polisher wafer

13, 13x Plate-like part material (flat spring)

13a Segment

13b Through hole

13c Slit

14 Elastic Body

15 Tool Pedestal

21 Abrasive Tools

22 Polisher

22a Polisher wafer

23, 23x Plate-like part material (flat spring)

23a, 23xa A part for an attaching part

23b, 23xb Joining segment

24 Elastic Body

24a The piece of the elastic section

24x Coiled spring.

25, 25x Tool pedestal

26 Fall and it is Prevention Wall.

27 Cylinder Hole  
28 Pressure Room  
29 Movable Field  
31, 31x Abrasive tools  
32, 32x Polisher  
34, 34x Elastic body  
35, 35x Tool pedestal  
36 Lobe  
37 (Annular) Lobe  
41 Abrasive Tools  
42 Polisher  
42a The piece of the height  
42x Ring-like polisher  
44 Elastic Body  
45 Tool Pedestal

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

The Japanese Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] this invention relates to the abrasive tools of a minor diameter rather than the processed field used in case the aspheric surface configuration of an optical element is especially ground about the abrasive tools used for the polishing equipment which grinds optical elements, such as a lens and a mirror.

[0002]

[Description of the Prior Art] In the polishing manipulation for finishing precisely the front face of optical elements, such as a lens with a spherical-surface configuration or an aspheric surface configuration, and a mirror, many abrasive tools which made the pitch the material at the polisher for the purpose of smoothing of the wave (ripple) of the small period to which the enhancement in the surface roughness of the machined surface of an optical element and the performance of an optical element are reduced remarkably are used.

[0003] The conventional abrasive tools for grinding the aspheric surface configuration of these optical elements is constituted so that it may illustrate to drawing 20, and the polisher 102 using the pitch which has two or more heights in a polished surface is directly stuck on the elastic bodies 103, such as rubber supported by the tool pedestal (tool shank) 104. That by which the abrasive tools which this elastic body 103 is for the polisher 102 of an abrasive tools 101 enabling it to follow every location of an aspheric surface configuration, and is used in order to carry out smoothing of the wave (ripple) of the small period on the aspheric surface was formed in the minor diameter rather than the processed field of a workpiece is used.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Although the required deformation of a tool configuration becomes large in order curvature is large and for a processed field to change for every location when grinding the optical element with the big amount of aspheric surfaces In the conventional abrasive tools, the polisher was difficult to be formed in an elastic body in one, to regulate the deformation of a polisher and for an elastic body to be unable to move the front face of an elastic body freely moreover, for a whole surface \*\*\*\*\* reason,, either, when a polisher is hard, but to secure big deformation. That is, when required deformation became large, to deformation, a tool could not be strong in rigidity, and could not imitate and deform into the configuration of a field with some aspheric surface configuration of a processed field, but the contact status in a tool would become uneven by the location, the pressure distribution in a tool will change with processed plane-field places, and there was a fault of degrading the configuration after polishing.

[0005] For this reason, in order to make the polisher side of an abrasive tools imitate an aspheric surface configuration certainly, it is necessary to thicken thickness of an elastic body so that the degree of hardness of elastic bodies, such as rubber, may be lowered or deformation can be enlarged more.

[0006] However, there is a fact of being hard coming to carry out smoothing of the wave of the small period on a processed field as the degree of hardness of an elastic body used as a backup of a polisher becomes low. That is, the phenomenon in which a tool does not contact uniformly occurs to the kneading crowning which carried out smoothing and to say, and the fault that the smoothing efficiency of a wave is bad arises. It becomes impossible moreover, for the smoothing efficiency of a wave to fall, and to carry out smoothing of the wave the more, with some period of kneading which carried out smoothing and to say, while there is a fault that polishing time becomes long sharply, the more it makes the diameter of a tool small, although it can consider to make the diameter of a tool small in order to make configuration change of the aspheric surface follow. That is, in order to carry out smoothing of the wave efficiently, the diameter of a tool can seldom be made small.

[0007] Moreover, the polisher which made the material the pitch used in the conventional abrasive tools is brittle. In a configuration like the conventional abrasive tools which has the fault of being easy to generate a crack and was especially mentioned above Since the pitch polisher is directly stuck on elastic bodies, such as rubber, stress acts on a pitch polisher by deformation of the elastic body by movement at the time of polishing, and it has the trouble where a polisher will destroy during polishing. Especially this phenomenon has the large influence by motion of the longitudinal direction at the time of polishing (the tool movement orientation), i.e., the stress of the shear orientation.

[0008] Although a cure, such as making thickness of an elastic body thin, is also considered in order to raise the degree of hardness of an elastic body in order to lessen deformation of such longitudinal direction, or to lessen deformation of an elastic body and asymmetry, as mentioned above in this case, in order that the deformation of an elastic body may decrease, it becomes difficult to make a polisher follow the aspheric surface configuration of a workpiece, and to make it imitate.

[0009] Thus, in case an aspheric surface configuration is ground, the elastic body fraction of an abrasive tools must satisfy the property which carries out phase conflict.

[0010] Then, this invention aims at offering the abrasive tools which can follow curvature change of a processed field and can perform smoothing of the wave of a small period efficiently, without being made in view of the unsolved technical problem which the above conventional techniques have, and producing the crack of a polisher, and a crash in case of polishing of the large aspheric surface configuration of curvature change.

[0011]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned purpose, the abrasive tools of this invention is characterized by making thin plate-like part material have intervened between the aforementioned polisher and the aforementioned elastic body in the abrasive tools equipped with the tool pedestal which attaches the elastic body, the aforementioned polisher, and the aforementioned elastic body holding a polisher and this polisher.

[0012] In the abrasive tools of this invention, as for the aforementioned plate-like part material, it is desirable to be easily formed in the perpendicular orientation possible [ deformation ] to the field, and resin web materials, such as flat spring currently especially formed as plate-like part material by metal sheet metal material, such as SUS material with a thickness of about 0.03-0.2mm, spring steel material, and phosphor-bronze material, or a polyurethane foaming sheet with a thickness of about 0.2-1mm, can be used for it.

[0013] in the abrasive tools of this invention, both the aforementioned polisher and the aforementioned elastic body consist of a wafer which the plurality became independent of -- having -- the above -- it is desirable to be attached in the position which corresponds on both sides of thin plate-like part material, respectively, and, as for especially the wafer which the plurality which constitutes the aforementioned polisher and the aforementioned elastic body became independent of, it is desirable that arrangement formation is carried out independently on the same periphery

[0014] In the abrasive tools of this invention, as for the aforementioned plate-like part material, it is desirable that the slit is formed in positions other than the site in which two or more wafers which constitute the aforementioned polisher are attached, and it is desirable that two or more sites in which two or more wafers which constitute the aforementioned polisher are attached are connected by the part, respectively.

[0015] Furthermore, the abrasive tools of this invention is set to the abrasive tools equipped with the tool pedestal which attaches the elastic body, the aforementioned polisher, and the aforementioned elastic body holding a polisher and this polisher. The independent polisher wafer and the independent piece of the elastic section of the plurality which constitutes the aforementioned polisher and the aforementioned elastic body, respectively, It has the plate-like part material of the shape of a grid which consists of a joining segment which connects a part for parts for two or more attaching part which hold two or more aforementioned polisher wafers, respectively, and this attaching part, and the aforementioned polisher wafer and the aforementioned piece of the elastic section are characterized by being attached so that it may correspond on both sides of a part for the attaching part of the aforementioned plate-like part material, respectively.

[0016] the abrasive tools of this invention -- setting -- two or more aforementioned pieces of the elastic section -- each -- it is desirable to fall in the right-angled orientation to the orientation of a load, to fall on the side for prevention, and to prepare a prevention wall in it

[0017] In the abrasive tools of this invention, the aforementioned piece of the elastic section can be formed by rubber, such as polychloroprene rubber and silicone rubber, sponge-like rubber, or foaming resin material, can also be formed with coiled spring, or can be again replaced with the aforementioned piece of the elastic section, and can also establish a movable cylinder means independently corresponding to each polisher wafer, respectively.

[0018] In the abrasive tools of this invention, only the amount of [ holding the aforementioned polisher wafer ] attaching part can also form the aforementioned plate-like part material more thickly than other fractions.

[0019] In the abrasive tools of this invention, a polisher can be formed by the pitch, foaming polyurethane, silicone rubber, or the fluororesin.

[0020] Furthermore, in the abrasive tools equipped with the tool pedestal which attaches the elastic body, the aforementioned polisher, and the aforementioned elastic body holding a polisher and this polisher, the abrasive tools of this invention forms the aforementioned elastic body in the shape of zona orbicularis while it prepares the outer diameter of a tool, and a concentric circle-like lobe in a part for the center section of the aforementioned tool pedestal, it makes the elastic body of the shape of this zona orbicularis fit into the aforementioned lobe, and is characterized by having arranged the aforementioned polisher in the elastic body of the shape of this

[0021] Moreover, the abrasive tools of this invention prepares the outer diameter of a tool, and an annular concentric circle-like lobe along with the periphery section of the aforementioned tool pedestal, makes the aforementioned elastic body fit in in this annular lobe in the abrasive tools equipped with the tool pedestal which attaches the elastic body, the aforementioned polisher, and the aforementioned elastic body holding a polisher and this polisher, and is characterized by having arranged the aforementioned polisher in the aforementioned elastic body.

[0022] As for the amount of ejection of the aforementioned lobe, in the abrasive tools of this invention, it is desirable that it is low at least 1mm or more compared with the thickness of the aforementioned elastic body.

[0023] Furthermore, in the abrasive tools equipped with the tool pedestal which attaches the elastic body, the aforementioned polisher, and the aforementioned elastic body to which the abrasive tools of this invention holds a polisher and this polisher, the aforementioned polisher is formed in the shape of abbreviation zona orbicularis, and is characterized by being arranged along with the periphery section of a tool on the aforementioned elastic body.

[0024] In the abrasive tools of this invention, the aforementioned elastic body consists of with a JIS degree of hardness of about 30 polychloroprene rubber or a resin, and, as for the polisher of the shape of aforementioned abbreviation zona orbicularis, it is desirable to consist of resin material, such as a pitch with 1 / about five to 1/20 width of face of the diameter of a tool, foaming polyurethane, or a tetrafluoroethylene resin.

[0025] It is characterized by forming the abrasive tools of this invention in a minor diameter rather than the processed field of a workpiece, and is characterized by being formed with a twice [ more than ] as many diameter as the wave (ripple) of the small period which he is [ small period ] a minor diameter and wants to remove on a processed field from the processed field of a workpiece further.

[0026]

[Function] [ when curvature change grinds processed fields, such as the big aspheric surface, according to the abrasive tools of this invention ] a polisher polished surface Even if curvature is the processed field which changes a lot, the configuration of a processed field can be followed smoothly. The whole processed field surface can be ground uniformly, without the whole polisher polished surface surface's hitting a processed field uniformly, and producing a configuration degradation. further a polisher polished surface Without following in the shape of [ of the wave of a small period ] a toothing, smoothing of the wave can be carried out efficiently and the aspheric surface configuration of optical elements, such as a lens and a mirror, can be ground with high precision. It is enabled to carry out smoothing of the wave easily and more efficiently by making the diameter of a tool into twice [ more than ] the period of a wave especially.

[0027] Furthermore, in case it grinds, using a pitch as a polisher, deformation of the pitch polisher by the shearing force of the longitudinal direction to produce can be suppressed, and the crack of a pitch polisher and a crash can be prevented.

[0028] Moreover, although an elastic body can also be constituted from a piece of the elastic section which the plurality became independent of similarly and can transform these perpendicularly easily while a polisher is constituted from a polisher wafer which the plurality became independent of By attaching in the flat spring made into the structure which seldom deforms into longitudinal direction Deformation of a polisher polished surface can be enlarged and it can follow smoothly quickly also to a big configuration change of a processed field. a polisher polished surface Smoothing also of the wave can be carried out further efficiently, without being able to carry out uniform polishing to a processed field in whole surface homogeneity, and causing the configuration change by polishing, in order to imitate and deform into the configuration of a processed field.

[0029] Also furthermore, by making grid-like plate-like part material intervene between the elastic bodies which consist of a piece of the elastic section which the polisher which consists of a polisher wafer which the plurality became independent of, and the plurality became independent of Similarly, deformation of a polisher polished surface can be enlarged and it can follow smoothly quickly to a big configuration change of a processed field. a polisher polished surface Since it imitates and deforms into the configuration of a processed field, uniform polishing can be performed and also smoothing also of the wave can be carried out efficiently.

[0030] Moreover, by making a polisher into the shape of zona orbicularis, a polisher polished surface contacts in the shape of a line contact to a processed field, even if it is a light load, deformation of it becomes possible easily, even if curvature is the processed field which changes a lot, it can follow the configuration of a processed field smoothly, and uniform polishing is possible for it and it can also make smoothing of a wave good.

[0031]

[Embodiments of the Invention] The gestalt of operation of this invention is explained based on a drawing.

[0032] Drawing 1 is a cross section of the abrasive tools of the 1st example of this invention, drawing 2 is a plan of a flat spring fraction used for the abrasive tools of the 1st example of this invention, and drawing 3 is a cross section showing the modification of the abrasive tools of the 1st example of this invention.

[0033] The abrasive tools 1 of this example consists of a polisher 2, thin plate-like part material 3, an elastic body 4, and a tool pedestal (tool shank) 5 so that it may illustrate to drawing 1, and it is a metal etc., and the tool pedestal 5 is formed in the shape of [ which has a diameter of the parvus enough to the processed field of a workpiece ] a circular cylinder, and sets the diameter of a tool to  $\phi 20\text{mm}$ . It is the configuration that the elastic body 4 to which it is thin from the polychloroprene rubber which is 2mm, the metal plate (only henceforth flat spring) 3 of the shape of flat spring whose thickness as still thin plate-like part material is about about 0.05mm, and the polisher 2 formed in the pitch whose thickness is 0.5mm were stuck on the field which counters with the workpiece of the tool pedestal 5 one by one.

[0034] It is formed from six circumference segment 3b which encloses central segment 3a and it, and central segment 3a and six circumference segment 3b are connected by band form 3c of the thin orientation of a path, respectively, and six circumference segment 3b is connected by 3d of the band forms of the hoop direction with adjoining respectively thin circumference segments so that the flat spring 3 as thin plate-like part material may be illustrated to drawing 2. Such central segment 3a, circumference segment 3b, and 3d of orientation band form of path 3c and hoop-direction band forms are produced by carrying out the etching manipulation of the  $\phi 20\text{mm}$  sheet metal of one sheet. With such a configuration, although flat spring 3 can deform into a perpendicular direction (it is the right-angled orientation to a flat spring side), and torsion easily, it has the structure which seldom deforms into longitudinal direction (the same orientation as a flat spring side), and a circumferencial direction. Moreover, as quality of the material of flat spring 3, SUS, spring steel, or phosphor bronze can be used, and the thickness has about 0.03-0.2 desirablenmm.

[0035] It sandwiches the imprint plate according to the convex pattern between an imprinted type and a tool, sets it by the tool pedestal which attaches a pitch, and the pitch which constitutes a polisher 2 heats a pitch to the softening temperature, and it is the polisher which has the configuration pattern which consists of two or more heights, and it is formed [ imprints a pitch and ] in the tool pedestal 5 side. In this case, the elastic bodies 4, such as rubber, are beforehand printed on the tool pedestal 5 side, and the flat spring 3 of a configuration which is illustrated on an elastic body 4 in drawing 2 is further stuck by adhesives. In order to improve the reliability of adhesion more, the pitch of the shape of a liquid beforehand melted to the solvent may apply to the pitch molding side of this flat spring 3 uniformly, and the imprint molding of the pitch may be carried out on it.

[0036] The abrasive tools 1 of this example is constituted as mentioned above, and is flexible between a polisher 2 and the elastic body 4 to shaft orientations (orientation which pushes a tool against a polished surface-ed). By making the flat spring (metal plate) 3 as thin plate-like part material which has an intensity (rigidity) in longitudinal direction (the movement orientation of polishing) intervene There is also no possibility of saying that a pitch polisher destroys with shearing force during polishing, and even when curvature grinds the aspheric surface which changes a lot, it is enabled to contact a polisher to a processed field uniformly.

[0037] Namely, when grinding processed field L from which curvature is changing partially in the location which the configuration of processed field L is the aspheric surface, and is ground using the abrasive tools 1 of this example so that it may illustrate to (a) of drawing 4, and (b), it sets. Since there is almost no rigidity in shaft orientations, flat spring 3 is as unchanging as the case where a polisher is directly fabricated to an elastic body, and an elastic body 4 achieves sufficient duty and deforms it in accordance with the configuration of a processed field also by the light load. Thereby, even if a polisher polished surface is processed field L from which curvature changes, it can follow the configuration of processed field L smoothly, and the whole polisher polished surface hits processed field L uniformly, and it can grind the whole surface uniformly. Even if it grinds a field where the curvature of processed field L changes with locations by this, the configuration precision after polishing can be finished with high precision. Moreover, smoothing of the wave can be carried out, without following a polisher 2 in the shape of [ of a wave ] a toothing to the wave (ripple) with 1/2 or less periodic (pitch) P of diameter D of a tool by operation with the flat spring 3 as plate-like part material, and the elastic body 4 so that it may illustrate to (c) of drawing 4.

[0038] The scanning tracing which is illustrated to drawing 5 performed uniform elimination by making a processed field L top scan completely, carrying out titubation movement according to the titubation device in which an abrasive tools is not illustrated, in case of actual polishing. Here, the result same [ movement of an abrasive tools ] as orbital motion was obtained. Moreover, it is also possible to grind combining revolution of an abrasive tools and rotation movement so that the polishing speed of the whole contact surface surface of a polisher may become fixed.

[0039] Thus, in case it grinds, relative velocity arises between processed field L and a polisher (pitch), shearing force occurs in connection with it, and the elastic body 3 which consists of the above-mentioned polychloroprene rubber with this shearing force deforms into longitudinal direction greatly. However, it is placed between the boundary fractions of the polisher 2 and the elastic body 4 which consist of a pitch by flat spring 3, and the force into which it is going to make this flat spring 3 transform a polisher 2 is held. For this reason, a polisher 2 cannot deform greatly and the crack of a polisher (pitch) 2 can be prevented.

[0040] Moreover, it can replace with the flat spring 3 as thin plate-like part material in the example mentioned above, and polyurethane foaming sheet 3x with a thickness of 0.2mm - about 1mm can also be used so that it may



illustrate to drawing 3. The shearing force of the longitudinal direction produced at the time of a polishing manipulation is received with the tensile strength of polyurethane foaming sheet 3x.

[0041] In the case of this modification, the elastic bodies 4, such as rubber, are printed beforehand at the tool pedestal 5 side, and polyurethane foaming sheet 3x with a thickness of 0.5mm is stuck by adhesives by  $\phi 120\text{mm}$  on it. And the pitch 2 as a polisher is formed like the example mentioned above after that.

[0042] In addition, other things may be used as long as it has the property (affinity with tensile strength, flexibility, adhesives, and a pitch) which is not limited to a polyurethane foaming sheet and is equivalent to it as plate-like part material 3x made to intervene between a pitch 2 and the elastic body 4.

[0043] In the example illustrated to the drawing 1 and the drawing 3 as mentioned above Between the pitch of an abrasive tools, and an elastic body, are flexible to shaft orientations (orientation which pushes a tool against a polished surface-ed). Since it is the flat spring which has an intensity (rigidity) in longitudinal direction (the movement orientation of polishing), or the configuration which put the sheet When the workpiece of the aspheric surface configuration from which curvature is changing in local was ground, as there was also no possibility of saying during polishing that a pitch polisher is destroyed by shearing force, and it mentioned above As opposed to the wave which can follow the aspheric surface configuration of a processed field smoothly, can be made to meet it, can grind a processed field uniformly, and has 1/2 or less period (pitch) of the diameter of a tool further A polisher polished surface can carry out smoothing of the wave, without following in the shape of [ of a wave ] a toothing.

[0044] Next, the abrasive tools of the 2nd example of this invention is explained with reference to the drawing 6 or the drawing 9.

[0045] (a) of drawing 6 is the cross section of the abrasive tools of the 2nd example of this invention, \*\* (b) is the end view of a polisher in this abrasive tools, (a) of drawing 7 and (b) are the plans of plate-like part material which can be used for the abrasive tools of the 2nd example of this invention, (a) of drawing 8 is the cross section showing the modification of the abrasive tools of the 2nd example of this invention, and \*\* (b) is the end view of the polisher of

[0046] In (a) of drawing 6, and (b) the abrasive tools 11 of this example It consists of a polisher 12, thin plate-like part material (metal plates, such as flat spring) 13, an elastic body 14, and a tool pedestal (tool shank) 15. the tool pedestal 15 It is formed in the shape of [ which has a diameter of the parvus enough to the processed field of a workpiece with the magnetic substance, such as a metal, ] a circular cylinder. Furthermore, it is desirable to have a twice [ more than ] as many diameter as the period (pitch) of kneading which was removed on the processed field and to say (refer to (c) of drawing 9), for example, when the period of a wave is 10mm, the diameter of a tool is made more than  $\phi 120\text{mm}$ .

[0047] Thickness uses the pitch formed in 0.5mm - 1mm for the polisher 12 used for the abrasive tools of this example, and this polisher 12 is constituted from the polisher wafer 12a by which split arrangement was carried out by six equivalent to two or more polisher wafer 12a which became independent to the circumferencial direction, i.e., the configuration separated from the center section by two or more lines prolonged in a radial, so that it may illustrate to (b) of drawing 6. And it is formed in six piece of the elastic section 14a (not shown) by which split arrangement was carried out like [ the elastic body 14 to which it is thin from the polychloroprene rubber which is 3mm ] the polisher 12.

[0048] As for the flat spring 13 as plate-like part material inserted and crowded between a polisher 12 and the elastic body 14, the flat spring of SUS whose thickness is about 0.05mm is used. By this flat spring 13, polisher wafer 12a and piece of the elastic section 14a which were divided into plurality do not move independently completely, respectively, but they are constituted so that a polisher may be one and it may act as one tool.

[0049] In this example constituted as mentioned above, by dividing the polisher 12 and the elastic body 14 into a plurality, deformation can be enlarged compared with the conventional abrasive tools, and even if a polisher polished surface is a processed field where curvature is different, it can follow the configuration of a processed field smoothly, so that it may illustrate to (a) of drawing 9, and (b). By connecting two or more polisher wafer 12a and piece of the elastic section 14a by flat spring 13, and two or more polisher wafer 12a As opposed to the wave which has 1/2 or less periodic (pitch) P of diameter D of a tool in order that each may not move independently separately and it may act [ two or more polisher wafer 12a is united and ] Smoothing of the wave can be carried out, without falling the smoothing efficiency of a wave, even if a polisher 12 will act on a wave in one and a polisher 12 compares with the conventional example of one, so that it may illustrate to (c) of drawing 9. Thus, even when the amount of aspheric surfaces is large and the curvature of a processed field grinds the field which changes with the locations a lot, there is no configuration change and smoothing of the wave can be carried out further.

[0050] Moreover, as quality of the material of a polisher 12, foaming polyurethane rubber and the silicone rubber other than a pitch can also be used, and the rubber of the shape of other sponge which is polychloroprene rubber, silicone rubber, etc. as an elastic body can be used.

[0051] Moreover, it is also possible to consider as the configuration which can change enough to the variation of a configuration so that SUS, spring steel, phosphor bronze, etc. can be used and it may illustrate to (a) or \*\* (b) of drawing 7 as quality of the material of the flat spring 13 as plate-like part material.

[0052] Namely, flat spring 13 so that it may illustrate to (a) or \*\* (b) of drawing 7 It \*\*\*\*s to six segment 13a so that it may correspond to two or more separated polisher wafer 12a. such segment 13a It is divided by two or more slit 13c prolonged from through-hole 13b at a radial, respectively into the fraction corresponding to the fraction in



which neither through-hole 13b and the polisher wafer which were prepared in the center section, nor the piece of the elastic section is located. Each segment 13a of the flat spring 13 illustrated to (a) of drawing 7 Each segment 13a of the flat spring 13 which it is connected in the periphery section located in the edge of slit 13c the surroundings of through-hole 13b of the center section, and is illustrated to \*\* (b) It is formed so that it may be mutually connected by a part of pars intermedia of slit 13c formed in the radial from through-hole 13b of a center section. Although flat spring 13 can deform perpendicularly (it is the right-angled orientation to a flat spring side) easily by considering as such a configuration, it serves as the structure which seldom deforms into longitudinal direction (the same orientation as a flat spring side), and enables it to follow smoothly quickly also to a big configuration change of a processed field.

[0053] Moreover, the configuration of a polisher can also be constituted so that it may illustrate to (a) of drawing 8, and (b). That is, while separating into a circumferencial direction, it dissociates also in the orientation of a path, and the number of independent polisher wafer 12xa can be made [ many ], and a big configuration change of the aspheric surface can also be followed still smoothly. At this time, the size of polisher 12x was made into the about 2 times [ of the period of a wave ] diameter like the example mentioned above, and was set to  $\phi 20\text{mm}$ . Moreover, it can dissociate polisher wafer 12xa and in the shape of isomorphism, and elastic body 14x can also be divided into the same segment as polisher wafer 12xa of polisher 12x also in flat spring 13x.

[0054] When illustrated to drawing 5 in case of the actual polishing using the abrasive tools constituted as mentioned above, while the abrasive tools carried out titubation movement similarly according to the titubation device not to illustrate, uniform elimination was performed by scanning a processed field top completely.

[0055] As mentioned above, it sets in the example illustrated to the drawing 6 or the drawing 9. It considers as the abrasive tools of a minor diameter rather than processed fields, such as a mirror and a lens, and has the pieces 14 and 14x of the elastic section which the plurality became independent of on the tool pedestal 15 of a disk configuration. This elastic body 14 and the flat spring 13 and 13x as plate-like part material disc-like to 14x top, Flat spring 13, polisher wafer 12a which the plurality corresponding to the position of elastic bodies 14 and 14x became independent of on 13x, [ in case a processed field is ground by the abrasive tools 11 considered as the configuration which has the polishers 12 and 12x which consist of 12xas, when the amount of aspheric surfaces grinds greatly the processed field where curvature change is big by the location ] In order for a polisher polished surface to imitate and deform into the configuration of a processed field, uniform polishing can be carried out to a processed field in whole surface homogeneity, and the configuration change by polishing is not caused. Furthermore, smoothing of the 1/2 or less wave of the diameter of a tool made into the purpose can be carried out by the tool which has a twice [ more than ] as many diameter as the period of kneading which was removed on the processed field, and to say. That is, according to the abrasive tools of this example, it is enabled to grind optical elements, such as an aspheric lens, with a sufficient precision.

[0056] Next, the abrasive tools of the 3rd example of this invention is explained with reference to the drawing 10 or the drawing 15.

[0057] (a) of drawing 10 is the cross section of the abrasive tools of the 3rd example of this invention, and \*\* (b) is the bottom view of this abrasive tools.

[0058] In (a) of drawing 10, and (b) the abrasive tools 21 of this example The plate-like part material 23 which consists of the joining segment 23b of the shape of a grid which connects two or more attaching part part 23a and two or more of such attaching part part 23a which hold the polisher 22 and two or more polisher wafer 22a which consist of two or more independent polisher wafer 22a, respectively in all directions. It consists of the elastic body 24 and the tool pedestal (tool shank) 25 which consist of two or more independent piece of the elastic section 24a, and the tool pedestal 25 consists of the magnetic substance, such as a metal, preferably, is formed in the shape of [ which has a diameter of the parvus enough to the processed field of a workpiece ] a circular cylinder, and sets the diameter of a tool to  $\phi 30\text{mm}$ .

[0059] As polisher wafer 22a which constitutes the polisher 22 in the abrasive tools of this example, a path is stuck [ by using the pitch formed in the shape of / whose thickness is 0.5mm - 1mm / a cylindrical shape by  $\phi 4\text{mm}$  ], respectively on attaching part part 23a of the plate-like part material 23, and such polisher wafer 22a aligns in the shape of a grid. In addition, foaming polyurethane etc. can also be used for the quality of the material of polisher wafer 22a which constitutes a polisher 22 besides a pitch.

[0060] Thickness is formed of flat spring, such as SUS which is 0.05mm, spring steel, or phosphor bronze, and consists of the joining segment 23b of the shape of a mesh which connects two or more attaching part part 23a which holds two or more polisher wafer 22a, respectively, and such attaching part part 23a in all directions, and the plate-like part material 23 holding polisher wafer 22a is formed in the shape of a grid.

[0061] Moreover, it consists of polychloroprene rubber whose thickness is 3mm, silicone rubber, or sponge-like rubber, a path is formed in about [  $\phi 4\text{mm}$  ] in the same configuration as polisher wafer 22a, and two or more piece of the elastic section 24a which constitutes an elastic body 24 is attached in the position corresponding to polisher wafer 22a on both sides of the plate-like part material 23, respectively, and is stuck on the tool pedestal 25, respectively.

[0062] Thus, the elastic body 24 which consists of a polisher 22 which consists of two or more polisher wafer 22a, and two or more piece of the elastic section 24a is in the status stuck on the plate-like part material 23 of the shape of a grid inserted and crowded among them, respectively, and is attached in the tool pedestal 25. Therefore, without

[0072] Next, the abrasive tools of the 4th example of this invention is explained with reference to the drawing 16 and the drawing 17.

[0073] In drawing 16, the abrasive tools 31 of this example consists of the elastic body 34 and the tool pedestal 35 of the shape of the pitch 32 as a polisher, and zona orbicularis, the tool pedestal 35 is preferably constituted from the shape of a circular cylinder which has a diameter of the parvus to the processed field of a workpiece by the magnetic substance, such as a metal, and the diameter of a tool may be  $\phi 20\text{mm}$ . Path  $\phi 10\text{mm}$  and the lobe 36 with a height of 2mm are formed in the center section of the field which counters with the workpiece of the tool pedestal 35 by the shape of an outer diameter and a concentric circle of the tool pedestal 35. The zona-orbicularis-like elastic body 34 is attached so that it may fit into the lobe 36 of the tool pedestal 35, it is thicker than the amount of ejection of a lobe 36 at least 1mm or more, the thickness is about 3mm, it is constituted by with a JIS degree of hardness of about 15 to 30 polychloroprene rubber, or the resin, and the polisher 32 whose thickness is 0.5mm - 1mm (pitch) is fabricated on this elastic body 34.

[0074] It has the configuration pattern which consists of two or more heights, and the imprint plate according to the convex pattern is inserted between an imprinted type and a tool, and it is doubled with the tool pedestal 35 which attaches a pitch, this polisher 32 heats a pitch to the softening temperature, imprints a pitch and is fabricated at the tool pedestal 35 side. In this case, the elastic bodies 34, such as rubber, are beforehand printed on the tool pedestal 35 side.

[0075] The abrasive tools 31 of this example constituted as mentioned above In the forcing orientation (it is the right-angled orientation to a polished surface) of a tool By making the elastic body 34 with a low zona-orbicularis-like degree of hardness intervene, can deform easily and longitudinal direction (it is horizontally, i.e., the movement orientation of polishing, to a polished surface) is received. Since the deformation is regulated by the lobe 35 of tool pedestal 35 center, it is hard to transform the zona-orbicularis-like elastic body 34, and there is little lateral deformation.

[0076] Therefore, the configuration of a processed field is the aspheric surface, and since the polished surface of a polisher 32 achieves sufficient duty and the elastic body 34 with a low degree of hardness deforms it also for a light load in accordance with the aspheric surface configuration of a processed field when grinding the workpiece from which curvature is changing partially in the location to grind, the whole polished surface surface of a polisher 32 can grind a processed field uniformly in a processed field. Even if this grinds a field where the curvature of a processed field changes with the locations, the configuration precision after polishing can be finished with high precision. Moreover, by grinding, relative velocity arises between a processed field and a polisher (pitch) polished surface, and the lateral force acts on a polisher 32 and the elastic body 34 with the shearing force generated in connection with it. However, the concentric circle-like lobe 36 is formed in the center section of the tool pedestal 35, and when this lobe 36 serves as the heart of the zona-orbicularis-like elastic body 34, deformation of the longitudinal direction (the movement orientation of polishing) of an elastic body 34 is pressed down few. That is, deformation of the longitudinal direction of the polisher 32 currently stuck on the elastic body 34 (pitch) is similarly pressed down by the lobe 36. Thereby, the crack of a pitch and breakdown which constitute a polisher can be prevented. Moreover, since elastic bodies, such as rubber with a low degree of hardness or a resin, are used in case a pitch is pushed against a processed field, in the forcing orientation of a tool, rigidity is low, and as mentioned above, when grinding the workpiece from which curvature is changing locally, in accordance with the aspheric surface configuration of a polished surface-ed, it deforms smoothly.

[0077] Next, the modification of this example is illustrated to drawing 17. This modification forms the annular concentric circle-like lobe 37 in one with tool pedestal 35x as a member which regulates deformation of an elastic body along with not a center section but the periphery section of tool pedestal 35x, it prints it on tool pedestal 34x so that elastic body 34x, such as disc-like rubber, may be fitted in in this annular lobe 37, and polisher (pitch) 32x with a thickness of 0.5-1mm is further fabricated on it. By the configuration which surrounds elastic body 34x, the annular lobe 37 of tool pedestal 35x regulates deformation of elastic body 34x by the shearing force of the longitudinal direction produced by polishing.

[0078] Also in this modification, the same operation as the example illustrated to drawing 16 can be done so.

[0079] Thus, by according to the abrasive tools of the 4th example of this invention, preparing a concentric circle-like lobe in the center section of a tool pedestal, and using this lobe as heart of the elastic body of the rubber with a low zona-orbicularis-like degree of hardness, or a resin Or an annular concentric circle-like lobe can be prepared in the circumference section of a tool pedestal, and deformation of elastic body longitudinal direction (the movement orientation of polishing) can be lessened by surrounding the elastic body with the disc-like low degree of hardness in this annular lobe. That is, to shaft orientations (orientation which pushes a tool against a polished surface-ed), it is flexible, and since it is the configuration which has an intensity in longitudinal direction (the movement orientation of polishing), even when grinding the aspheric surface from which there is no possibility of saying that a pitch polisher is destroyed, and curvature changes with the shearing force produced during polishing, it is enabled to contact a polisher to a processed field uniformly.

[0080] Next, the abrasive tools of the 5th example of this invention is explained with reference to (a) of drawing 18, and (b).

[0081] The abrasive tools 41 of this example is a small polishing load, and it enables it to make it learn in the processed field configuration of arbitrary curvatures simply in (a) of drawing 18, and (b). It consists of the polisher

42, the elastic body 44, and the tool pedestal (tool shank) 45 which make a pitch a material, and the tool pedestal 45 is formed with the magnetic substance, such as a metal of the shape of a circular cylinder which has a diameter of the parvus enough to the processed field of a workpiece preferably, and sets the diameter of a tool to  $\phi 20\text{mm}$ . The disco-like elastic body 44 to which it is thin from with a JIS degree of hardness of about 30 polychloroprene rubber by 2mm is attached in the field which counters with the workpiece of the tool pedestal 45, and the pitch polisher 42 whose thickness is 0.5mm - 1mm is fabricated on this elastic body 44. This pitch polisher 42 is fabricated along with the periphery section of an elastic body 44 with a width of face [ of the diameter of a tool / 1 / about five to 1/20 width of face ], and a thickness of 0.5-1mm in the shape of zona orbicularis. Specifically, it considers as the polisher which has the configuration pattern which set and arranged the width of face of 1-2mm, and the spacing which is in the periphery section of an elastic body 44 about two or more band-like piece of the height 42a with a thickness of about 1mm so that it may illustrate to (b) of drawing 18. The imprint plate according to such a convex pattern is inserted between an imprinted type and a tool, and it is doubled with the tool pedestal 45 which attaches a pitch, molding of a pitch heats a pitch to the softening temperature, imprints a pitch and is fabricated at the tool pedestal 45 side. In this case, the elastic bodies 44, such as rubber, are beforehand printed on the tool pedestal 45 side.

[0082] It is constituted as mentioned above, only two or more piece of the height 42a acts as a polisher at the time of polishing, and the abrasive tools 41 of this example can deform easily, even if the forcing force of a tool is small. When grinding the workpiece from which curvature is changing partially in the location which the configuration of a processed field is the aspheric surface and is ground, in order to hit a processed field in the type almost near a line contact. Compared with the tool which carries out a field contact, a partial change of a pitch polisher polished surface can be suppressed small far. It is not necessary to lower the degree of hardness of the elastic body of an abrasive tools, and can deform in accordance with the configuration of the processed field of the aspheric surface also by the light polishing load, and a polisher polished surface can grind the whole surface uniformly in a processed field. Even if the curvature of a processed field grinds the field which changes with locations by this, the configuration precision after polishing can be finished with high precision.

[0083] Thus, it becomes advantageous also to smoothing of a wave, without according to the abrasive tools of this example, damaging a pitch polisher in the case of polishing, since a polisher polished surface can be pushed against a processed field by the low polishing load, even if it is an elastic body with a degree of hardness high as mentioned above.

[0084] Moreover, the modification of this example is illustrated to drawing 19. Instead of a pitch being used for this modification, it forms polyurethane (foaming) with a thickness of about 0.5-1mm in the shape of a ring, and sticks this ring-like polisher 42x on the aforementioned tool pedestal. Moreover, if it can replace with polyurethane (foaming), a tetrafluoroethylene resin (Teflon) etc. can be used and it can be used as a polisher, the thing of other quality of the materials may be used, and it will not be limited to especially a pitch.

[0085] Thus, it is brittle like [ when making polyurethane (foaming), a tetrafluoroethylene resin (Teflon), etc. into a polisher ] a pitch, and it is also possible for there to be no fault of being easy to generate a crack, for especially the elastic body as a backup not to need, since it moreover has the springiness of itself [ some ], but to stick on a tool pedestal side soon and to use it for it.

[0086] Even when grinding the aspheric surface from which curvature changes, in order that the aforementioned polisher polished surface may contact a processed field uniformly in the shape of a line contact by the few polishing load according to the abrasive tools of the 5th example of this invention, flattery nature is good, therefore in order that there may also be little deformation of a polisher and it may end, there is also no problem that a pitch polisher will destroy during polishing. And it is not necessary to also make low the degree of hardness of the elastic body as a backup of a pitch polisher. Thus, since it can grind by the light load as a polisher using the tool with a high degree of hardness, the efficiency of smoothing of a wave can be gathered.

[0087]

[Effect of the Invention] [ as explained above, when curvature change grinds processed fields, such as the big aspheric surface, according to this invention ] a polisher polished surface Even if curvature is the processed field which changes a lot, the configuration of a processed field can be followed smoothly. The whole processed field surface can be ground uniformly, without the whole polisher polished surface surface's hitting a processed field uniformly, and producing configuration change. further a polisher polished surface Without following in the shape of [ of the wave (ripple) of a small period ] a toothing, smoothing of the wave can be carried out efficiently and the aspheric surface configuration of optical elements, such as a lens and a mirror, can be ground with high precision. Moreover, by making the diameter of a tool into twice [ more than ] the period of the wave of a small period, smoothing of the wave is carried out easily and more efficiently, and the thing of it can be carried out.

[0088] Furthermore, in case it grinds, using a pitch as a polisher, deformation of the pitch polisher by the shearing force of the longitudinal direction to produce can be suppressed, and the crack of a pitch polisher and a crash can be prevented.

[0089] Moreover, although an elastic body can also be constituted from a piece of the elastic section which the plurality became independent of similarly and can transform these perpendicularly easily while a polisher is constituted from a polisher wafer which the plurality became independent of By attaching in the flat spring made into the structure which seldom deforms into longitudinal direction Deformation of a polisher polished surface can be enlarged and it can follow smoothly quickly also to a big configuration change of a processed field. a polisher

polished surface Smoothing also of the wave of a small period can be carried out further efficiently, without being able to carry out uniform polishing to a processed field in whole surface homogeneity, and causing the configuration degradation by polishing, in order to imitate and deform into the configuration of a processed field.

[0090] Also furthermore, by making grid-like plate-like part material intervene between the elastic bodies which consist of a piece of the elastic section which the polisher which consists of a polisher wafer which the plurality became independent of, and the plurality became independent of Similarly, deformation of a polisher polished surface can be enlarged and it can follow smoothly quickly to a big configuration change of a processed field, a polisher polished surface Since it imitates and deforms into the configuration of a processed field, uniform polishing can be performed and also smoothing also of the wave can be carried out efficiently.

[0091] Moreover, by making a polisher into the shape of zona orbicularis, it contacts in the shape of a line contact to a processed field, even if it is a light load, deformation becomes possible easily, even if curvature is the processed field which changes a lot, the configuration of a processed field can be followed smoothly, uniform polishing is possible and the efficiency of smoothing of a wave can also be made good.

---

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-317797

(P2000-317797A)

(43) 公開日 平成12年11月21日 (2000.11.21)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

B 2 4 B 13/01

識別記号

F I

B 2 4 B 13/01

ターミナル (参考)

3 C 0 4 9

審査請求 未請求 請求項の数27 OL (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願平11-127916

(22) 出願日 平成11年5月10日 (1999.5.10)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 古川 要

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内

(72) 発明者 佐藤 政一

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内

(74) 代理人 100095991

弁理士 阪本 善朗

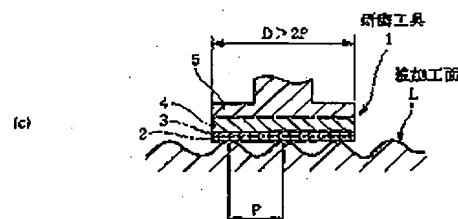
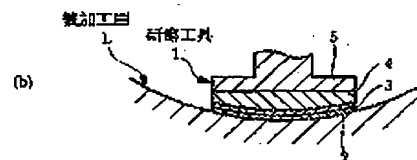
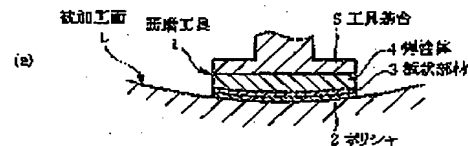
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 研磨工具

(57) 【要約】

【課題】 曲率変化の大きい非球面形状の研磨に際し、被加工面の曲率変化にスムーズに追従することができかつうねりの平滑化を効率良く行なうことができ、レンズやミラー等の光学素子を高精度に研磨できる研磨工具を提供する。

【解決手段】 光学素子等の被加工面に対して十分小さい径を有する円柱状に形成された工具基台5に、ピッチで形成されたポリシヤ2、垂直方向に容易に変形可能な板状部材としての板ばね3、およびポリクロロブレンゴムからなる弾性体4を取り付けて研磨工具1を構成する。曲率が大きく変化する非球面形状の研磨に際して、ポリシヤ研磨面は、研磨中に生じるせん断力によってピッチポリシヤが破壊されることなく、曲率が大きく変化する被加工面にスムーズに追従して被加工面全面を均一に研磨することができ、さらに、小周期のうねりの凹凸形状には追従することなくうねりを効率良く平滑化することができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ポリシャと該ポリシャを保持する弾性体と前記ポリシャおよび前記弾性体を取り付ける工具基台を備えた研磨工具において、前記ポリシャと前記弾性体との間に薄い板状部材を介在させてあることを特徴とする研磨工具。

【請求項2】 前記板状部材は、その面に対して垂直な方向に容易に変形可能に形成されていることを特徴とする請求項1記載の研磨工具。

【請求項3】 前記板状部材は板ばねであることを特徴とする請求項1または2記載の研磨工具。

【請求項4】 前記板はねは、厚み0.03～0.2mm程度のSUS材、ばね鋼材、リン青銅材等の金属薄板材で形成されていることを特徴とする請求項3記載の研磨工具。

【請求項5】 前記板状部材が厚み0.2～1mm程度のポリウレタン発泡シート等の樹脂シート材であることを特徴とする請求項1記載の研磨工具。

【請求項6】 前記ポリシャおよび前記弾性体は、ともに複数の独立した小片から構成され、前記薄い板状部材を挟んでそれぞれ対応する位置に取り付けられていることを特徴とする請求項1または2記載の研磨工具。

【請求項7】 前記ポリシャおよび前記弾性体を構成する複数の独立した小片は同一円周上に独立して配置形成されていることを特徴とする請求項6記載の研磨工具。

【請求項8】 前記板状部材は、SUS材、ばね鋼材、リン青銅材等の金属薄板材で形成されていることを特徴とする請求項6または7記載の研磨工具。

【請求項9】 前記板状部材は、前記ポリシャを構成する複数の小片が取り付けられる部位以外の位置にスリットが形成されていることを特徴とする請求項6ないし8のいずれか1項に記載の研磨工具。

【請求項10】 前記板状部材は、前記ポリシャを構成する複数の小片が取り付けられる複数の部位がそれぞれ一部分で連結されていることを特徴とする請求項6ないし9のいずれか1項に記載の研磨工具。

【請求項11】 前記弾性部材は、ポリクロロブレンゴム、シリコンゴム等のゴムまたはスポンジ状のゴムで形成されていることを特徴とする請求項1ないし10のいずれか1項に記載の研磨工具。

【請求項12】 ポリシャと該ポリシャを保持する弾性体と前記ポリシャおよび前記弾性体を取り付ける工具基台を備えた研磨工具において、前記ポリシャおよび前記弾性体をそれぞれ構成する複数の独立したポリシャ小片および弾性部片と、前記複数のポリシャ小片をそれぞれ保持する複数の保持部分と該保持部分を連結する連結部分とからなる格子状の板状部材とを有し、前記ポリシャ小片と前記弾性部片は前記板状部材の保持部分を挟んでそれぞれ対応するように取り付けられていることを特徴とする研磨工具。

【請求項13】 前記複数の弾性部片の各側方に荷重方向に対し直角方向に倒れ防止用の倒れ防止壁を設けることを特徴とする請求項12記載の研磨工具。

【請求項14】 前記弾性部片は、ポリクロロブレンゴム、シリコンゴム等のゴムまたはスポンジ状のゴム、または発泡樹脂材で形成されていることを特徴とする請求項12または13記載の研磨工具。

【請求項15】 前記弾性部片は、コイルばねで形成されていることを特徴とする請求項12または13記載の研磨工具。

【請求項16】 ポリシャと該ポリシャを保持する弾性部材と前記ポリシャおよび前記弾性部材を取り付ける工具基台を備えた研磨工具において、前記ポリシャを構成する複数の独立したポリシャ小片と、該複数のポリシャ小片をそれぞれ保持する複数の保持部分と該保持部分を連結する連結部分とからなる格子状の板状部材と、前記弾性部材として、前記板状部材の保持部分に対応してそれぞれ独立して移動可能に前記工具基台に配設された複数のシリンダ手段とを有することを特徴とする研磨工具。

【請求項17】 前記板状部材は、SUS材、ばね鋼材、リン青銅材等の金属薄板材で形成されていることを特徴とする請求項12ないし16のいずれか1項に記載の研磨工具。

【請求項18】 前記板状部材は、前記ポリシャ小片を保持する保持部分のみが他の部分よりも厚く形成されていることを特徴とする請求項12ないし17のいずれか1項に記載の研磨工具。

【請求項19】 前記ポリシャは、ビッチ、発泡ポリウレタン、シリコンゴム、またはフッ素樹脂で形成されていることを特徴とする請求項1ないし18のいずれか1項に記載の研磨工具。

【請求項20】 ポリシャと該ポリシャを保持する弾性体と前記ポリシャおよび前記弾性体を取り付ける工具基台を備えた研磨工具において、前記工具基台の中央部分に工具の外径と同心円状の突出部を設けるとともに前記弾性体を輪帯状に形成し、該輪帯状の弾性体を前記突出部に嵌合させ、該輪帯状の弾性体に前記ポリシャを配設してあることを特徴とする研磨工具。

【請求項21】 ポリシャと該ポリシャを保持する弾性体と前記ポリシャおよび前記弾性体を取り付ける工具基台を備えた研磨工具において、前記工具基台の外周部に沿って工具の外径と同心円状の環状突出部を設け、該環状突出部内に前記弾性体を嵌合させ、前記弾性体に前記ポリシャを配設してあることを特徴とする研磨工具。

【請求項22】 前記突出部の突き出し量は前記弾性体の厚みに比べて少なくとも1mm以上低いことを特徴とする請求項20または21記載の研磨工具。

【請求項23】 前記弾性体は、JIS硬度15～30程度のポリクロロブレンゴムまたは樹脂で構成され、前

記ポリシヤはビッチ、発泡ポリウレタン、シリコンゴム、またはフッ素樹脂で構成されていることを特徴とする請求項20ないし22のいずれか1項に記載の研磨工具。

【請求項24】 ポリシヤと該ポリシヤを保持する弾性体と前記ポリシヤおよび前記弾性体を取り付ける工具基台を備えた研磨工具において、前記ポリシヤは、略輪帯状に形成され、前記弾性体上に工具の外周部に沿って配設されていることを特徴とする研磨工具。

【請求項25】 前記弾性体はJIS硬度30程度のポリクロロブレンゴムまたは樹脂で構成され、前記略輪帯状のポリシヤは工具径の1/5～1/20程度の幅をもつビッチ、発泡ポリウレタン、または四フッ化エチレン樹脂等の樹脂材で構成されていることを特徴とする請求項24記載の研磨工具。

【請求項26】 前記研磨工具は、被加工物の被加工面よりも小径に形成されていることを特徴とする請求項1ないし25のいずれか1項に記載の研磨工具。

【請求項27】 前記研磨工具は、被加工物の被加工面よりも小径でかつ被加工面上の除去したい小周期のうねりの2倍以上の径をもって形成されていることを特徴とする請求項1ないし25のいずれか1項に記載の研磨工具。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、レンズやミラー等の光学素子を研磨する研磨装置に使用される研磨工具に関し、特に、光学素子の非球面形状を研磨する際に使用される被加工面よりも小径の研磨工具に関するものである。

【0002】

【従来の技術】球面形状や非球面形状をもつレンズやミラー等の光学素子の表面を精密に仕上げるための研磨加工においては、光学素子の仕上げ面の表面粗さの向上や、光学素子の性能を著しく低下させる小周期のうねり（リップル）の平滑化を目的として、ポリシヤにビッチを材料とした研磨工具が多く使われている。

【0003】これらの光学素子の非球面形状を研磨するための従来の研磨工具は、図20に図示するように構成されており、研磨面に複数の凸部を有するビッチを用いたポリシヤ102は、工具基台（工具シャンク）104に支持されたゴム等の弾性体103に直接貼り付けられている。この弾性体103は、研磨工具101のポリシヤ102が非球面形状のどの場所にも追従しうるようにするためのものであり、また、非球面上の小周期のうねり（リップル）を平滑化する目的で使用する研磨工具は、被加工物の被加工面よりも小径に形成されたものが用いられている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】非球面量が大きな光学

素子を研磨する場合、被加工面は場所ごとに曲率が大きく変わるため、工具形状の必要変形量が大きくなるけれども、従来の研磨工具においては、ポリシヤは、弾性体に一体的に形成され、しかも弾性体の表面を全面覆っているため、ポリシヤが硬い場合には、ポリシヤの変形量が規制され、弾性体も自由に動くことができず、大きな変形量を確保することが困難であった。すなわち、必要変形量が大きくなると、変形量に対して工具が剛性的に強く、被加工面の非球面形状によっては、面の形状に倣って変形することができず、工具内の接触状態が場所により不均一になり、工具内の圧力分布が被加工面の場所によって異なることになり、研磨後の形状を劣化させるという欠点があった。

【0005】このために、研磨工具のポリシヤ面を非球面形状に確実に倣わせるためには、ゴム等の弾性体の硬度を下げるか、あるいは、より変形を大きくしうるように弾性体の厚みを厚くする必要がある。

【0006】しかし、ポリシヤのバックアップとなる弾性体の硬度が低くなるにしたがって被加工面上の小周期のうねりが平滑化しにくくなるという事実がある。すなわち、平滑化したいうねり頂部に対して、工具が均一に接触しない現象が発生し、うねりの平滑化能率が悪いという欠点が生じる。また、非球面の形状変化に追従させるために、工具径を小さくすることが考えられるが、工具径を小さくすればするほど、うねりの平滑化能率が低下し、研磨時間が大幅に長くなるという欠点があると同時に、平滑化したいうねりの周期によっては、うねりを平滑化することができなくなる。すなわち、効率良くうねりを平滑化するためには、あまり工具径を小さくすることはできない。

【0007】また、従来の研磨工具において用いられているビッチを材料としたポリシヤは脆く、割れが発生しやすいという欠点をもっており、特に、前述した従来の研磨工具のような構成においては、ビッチポリシヤはゴム等の弾性体に直接貼り付けられているために、研磨時の運動による弾性体の変形でビッチポリシヤに応力が作用し、研磨中にポリシヤが破壊してしまうという問題点がある。この現象は、特に、研磨時の横方向（工具運動方向）の動き、すなわちせん断方向の応力による影響が大きい。

【0008】このような横方向の変形を少なくするために、弾性体の硬度を上げるか、あるいは、弾性体の変形や歪みを少なくするために、弾性体の厚みを薄くするなどの対策も考えられるが、この場合には、前述したように、弾性体の変形量が少なくなるためにポリシヤを被加工物の非球面形状に追従させ倣わせることが困難になる。

【0009】このように非球面形状を研磨する際には、研磨工具の弾性体部分は相矛盾する特性を満足しなければならない。



【0010】そこで、本発明は、上記のような従来技術の有する未解決の課題に鑑みてなされたものであって、曲率変化の大きい非球面形状の研磨に際して、ポリシヤの割れや破損を生じさせることなく、被加工面の曲率変化に追従することができかつ小周期のうねりの平滑化を効率良く行なうことができる研磨工具を提供することを目的とするものである。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明の研磨工具は、ポリシヤと該ポリシヤを保持する弾性体と前記ポリシヤおよび前記弾性体を取り付ける工具基台を備えた研磨工具において、前記ポリシヤと前記弾性体との間に薄い板状部材を介在させてあることを特徴とする。

【0012】本発明の研磨工具において、前記板状部材は、その面に対して垂直な方向に容易に変形可能に形成されていることが好ましく、特に、板状部材として、厚み0.03~0.2mm程度のSUS材、はね鋼材、リン青銅材等の金属薄板材で形成されている板ばね、あるいは、厚み0.2~1mm程度のポリウレタン発泡シート等の樹脂シート材を用いることができる。

【0013】本発明の研磨工具において、前記ポリシヤおよび前記弾性体は、ともに複数の独立した小片から構成され、前記薄い板状部材を挟んでそれぞれ対応する位置に取り付けられていることが好ましく、特に、前記ポリシヤおよび前記弾性体を構成する複数の独立した小片は同一円周上に独立して配置形成されていることが好ましい。

【0014】本発明の研磨工具において、前記板状部材は、前記ポリシヤを構成する複数の小片が取り付けられる部位以外の位置にスリットが形成されていることが好ましく、また、前記ポリシヤを構成する複数の小片が取り付けられる複数の部位がそれぞれ一部分で連結されていることが好ましい。

【0015】さらに、本発明の研磨工具は、ポリシヤと該ポリシヤを保持する弾性体と前記ポリシヤおよび前記弾性体を取り付ける工具基台を備えた研磨工具において、前記ポリシヤおよび前記弾性体をそれぞれ構成する複数の独立したポリシヤ小片および弾性部片と、前記複数のポリシヤ小片をそれぞれ保持する複数の保持部分と該保持部分を連結する連結部分とからなる格子状の板状部材とを有し、前記ポリシヤ小片と前記弾性部片は前記板状部材の保持部分を挟んでそれぞれ対応するように取り付けられていることを特徴とする。

【0016】本発明の研磨工具においては、前記複数の弾性部片の各側方に荷重方向に対し直角方向に割れ防止用の割れ防止壁を設けることが好ましい。

【0017】本発明の研磨工具において、前記弾性部片は、ポリクロロブレンゴム、シリコンゴム等のゴム、またはスポンジ状のゴム、または発泡樹脂材で形成するこ

とができ、あるいは、コイルばねで形成することでもでき、あるいはまた、前記弾性部片に代えて、各ポリシヤ小片に対応してそれぞれ独立して移動可能なシリンダ手段を設けることもできる。

【0018】本発明の研磨工具において、前記板状部材は、前記ポリシヤ小片を保持する保持部分のみが他の部分よりも厚く形成することでもできる。

【0019】本発明の研磨工具においては、ポリシヤをビッチ、発泡ポリウレタン、シリコンゴム、またはフッ素樹脂で形成することでもできる。

【0020】さらに、本発明の研磨工具は、ポリシヤと該ポリシヤを保持する弾性体と前記ポリシヤおよび前記弾性体を取り付ける工具基台を備えた研磨工具において、前記工具基台の中央部分に工具の外径と同心円状の突出部を設けるとともに前記弾性体を輪帯状に形成し、該輪帯状の弾性体を前記突出部に嵌合させ、該輪帯状の弾性体に前記ポリシヤを配設してあることを特徴とする。

【0021】また、本発明の研磨工具は、ポリシヤと該ポリシヤを保持する弾性体と前記ポリシヤおよび前記弾性体を取り付ける工具基台を備えた研磨工具において、前記工具基台の外周部に沿って工具の外径と同心円状の環状突出部を設け、該環状突出部内に前記弾性体を嵌合させ、前記弾性体に前記ポリシヤを配設してあることを特徴とする。

【0022】本発明の研磨工具においては、前記突出部の突き出し量は前記弾性体の厚みに比べて少なくとも1mm以上低いことが好ましい。

【0023】さらに、本発明の研磨工具は、ポリシヤと該ポリシヤを保持する弾性体と前記ポリシヤおよび前記弾性体を取り付ける工具基台を備えた研磨工具において、前記ポリシヤは、略輪帯状に形成され、前記弾性体上に工具の外周部に沿って配設されていることを特徴とする。

【0024】本発明の研磨工具においては、前記弾性体はJIS硬度30程度のポリクロロブレンゴムまたは樹脂で構成され、前記略輪帯状のポリシヤは工具径の1/5~1/20程度の幅をもつビッチ、発泡ポリウレタン、または四フッ化エチレン樹脂等の樹脂材で構成されていることが好ましい。

【0025】本発明の研磨工具は、被加工物の被加工面よりも小径に形成されていることを特徴とし、さらに、被加工物の被加工面よりも小径でかつ被加工面上の除去したい小周期のうねり（リップル）の2倍以上の径をもって形成されていることを特徴とする。

【0026】

【作用】本発明の研磨工具によれば、曲率変化が大きな非球面などの被加工面を研磨する場合において、ポリシヤ研磨面は、曲率が大きく変化する被加工面であっても被加工面の形状にスムーズに追従することができ、ポリ

シャ研磨面全面が被加工面に均一に当たり、形状劣化を生じることなく、被加工面全面を均一に研磨することができ、さらに、ポリシャ研磨面は、小周期のうねりの凹凸形状に追従することなく、うねりを効率良く平滑化することができ、レンズやミラー等の光学素子の非球面形状を高精度に研磨することができる。特に、工具径をうねりの周期の2倍以上とすることにより、うねりを容易にかつより効率良く平滑化することが可能となる。

【0027】さらに、ポリシャとしてピッチを用いて研磨する際に生じる横方向のせん断力によるピッチポリシャの変形を抑制することができ、ピッチポリシャの割れや破損を防止することができる。

【0028】また、ポリシャを複数の独立したポリシャ小片で構成するとともに弾性体も同様に複数の独立した弾性部片で構成し、これらを垂直方向には容易に変形可能であるが、横方向には変形しにくい構造とした板ばねに取り付けることにより、ポリシャ研磨面の変形量を大きくすることができ、被加工面の大きな形状変化に対しても速やかにスムーズに追従することができ、ポリシャ研磨面は、被加工面の形状に倣って変形するため、被加工面に全面均一に当たり、均一な研磨を行なうことができ、また、研磨による形状変化を起こすこともなく、さらに、うねりも効率良く平滑化することができ、

【0029】さらに、複数の独立したポリシャ小片からなるポリシャと複数の独立した弾性部片からなる弾性体との間に格子状の板状部材を介在させることによって、同様に、ポリシャ研磨面の変形量を大きくすることができ、被加工面の大きな形状変化に対しても速やかにスムーズに追従することができ、ポリシャ研磨面は、被加工面の形状に倣って変形するため、均一な研磨を行なうことができ、また、さらに、うねりも効率良く平滑化することができる。

【0030】また、ポリシャを輪帯状とすることにより、ポリシャ研磨面は、被加工面に対して線接触状に当接し、軽荷重であっても容易に変形可能となり、曲率が大きく変化する被加工面であっても被加工面の形状にスムーズに追従することができ、均一な研磨が可能であり、うねりの平滑化も良好にできる。

【0031】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

【0032】図1は本発明の第1の実施例の研磨工具の断面図であり、図2は本発明の第1の実施例の研磨工具に用いる板ばね部分の平面図であり、図3は本発明の第1の実施例の研磨工具の変形例を示す断面図である。

【0033】本実施例の研磨工具1は、図1に図示するように、ポリシャ2、薄い板状部材3、弾性体4および工具基台（工具シャンク）5から構成され、工具基台5は、金属等で、被加工物の被加工面に対して十分小さい径を有する円柱状に形成され、工具径を $\phi 20\text{mm}$ とす

る。工具基台5の被加工物と対向する面には、厚みが2mmのポリクロロブレンゴムからなる弾性体4、さらに、薄い板状部材としての厚さが約0.05mm程度の板ばね状の金属板（以下、単に板ばねともいう。）3、厚さが0.5mmのピッチで形成されたポリシャ2が順次貼り付けられた構成となっている。

【0034】薄い板状部材としての板ばね3は、図2に図示するように、中央セグメント3aとそれを取り囲む6個の周辺セグメント3bとから形成され、中央セグメント3aと6個の周辺セグメント3bはそれぞれ細い径方向の帯状体3cで連結され、また、6個の周辺セグメント3bは隣接する周辺セグメント同士がそれぞれ細い周方向の帯状体3dにより連結されている。これらの中央セグメント3aと周辺セグメント3b、および径方向帯状体3cと周方向帯状体3dは、 $\phi 20\text{mm}$ の一枚の薄板をエッチング加工することによって作製される。板ばね3は、このような形状により、垂直方向（板ばね面に対して直角方向）およびねじれには容易に変形可能であるが、横方向（板ばね面と同じ方向）および円周方向には変形しにくい構造になっている。また、板ばね3の材質としては、SUS、ばね鋼、またはリン言鋼等を用いることができ、その厚みは約0.03~0.2mmが望ましい。

【0035】ポリシャ2を構成するピッチは、複数の凸部からなる形状パターンを有するポリシャであって、凸パターンに応じた転写板を転写型と工具の間に挟み、ピッチを取り付ける工具基台に合わせ、ピッチをその軟化温度に加熱し工具基台5側にピッチを転写し形成される。この際、工具基台5側には予めゴム等の弾性体4が焼き付けられており、さらに、弾性体4の上に図2に図示するような形状の板ばね3が接着剤によって貼り付けられている。より接着の信頼性を向上するために、この板ばね3のピッチ成形面には予め溶剤に溶かした液体状のピッチが一様に塗布し、その上にピッチを転写成形してもよい。

【0036】本実施例の研磨工具1は、以上のように構成されており、ポリシャ2と弾性体4との間に、軸方向（工具を被研磨面に押し付ける方向）には柔軟で、横方向（研磨の運動方向）には強度（剛性）をもつ薄い板状部材としての板ばね（金属板）3を介在させることにより、研磨中にせん断力によってピッチポリシャが破壊するという恐れもなく、かつ曲率が大きく変化する非球面などを研磨するときでもポリシャを一様に被加工面に接触させることが可能となる。

【0037】すなわち、図4の（a）および（b）に図示するように、被加工面1の形状が非球面であって、研磨する場所において部分的に曲率が変化している被加工面1を本実施例の研磨工具1を用いて研磨する場合において、板ばね3は軸方向にほとんど剛性がないために、ポリシャを弾性体に直接成形した場合と変わりなく、弾

性体4が充分な役目を果たし軽い荷重でも被加工面の形状に沿って変形する。これにより、ポリシャ研磨面は、曲率が変化する被加工面であっても被加工面の形状にスムーズに追従することができ、ポリシャ研磨面全面が被加工面に均一に当たり、全面を均一に研磨することができる。これによって、被加工面の曲率が場所によって異なるような面を研磨しても、研磨後の形状精度を高精度に仕上げるができる。また、図4の(c)に図示するように、工具径Dの1/2以下の周期(ピッチ)Pをもつうねり(リップル)に対しては、ポリシャ2は、板状部材としての板ばね3と弾性体4との作用により、うねりの凹凸形状に追従することなく、うねりを平滑化することができる。

【0038】実際の研磨に際しては、研磨工具を、図示しない揺動機構により揺動運動させながら、図5に図示するような定走軌跡により、被加工面上を全面走査させることによって均一な除去を行なった。ここで、研磨工具の運動は、公転運動でも同じ結果が得られた。また、ポリシャの接触面全面の研磨速度が一定となるように、研磨工具の公転と自転運動とを組み合わせて研磨することも可能である。

【0039】このように研磨を行なう際に、被加工面とポリシャ(ピッチ)との間に相対速度が生じ、それに伴ってせん断力が発生し、このせん断力によって前述のポリクロブレンゴムからなる弾性体3は横方向に大きく変形する。しかし、ピッチからなるポリシャ2と弾性体4との境界部分には板ばね3が介在し、この板ばね3がポリシャ2を変形させようとする力を保持する。このためにポリシャ2が大きく変形することがなく、ポリシャ(ピッチ)2の割れを防止することができる。

【0040】また、前述した実施例における薄い板状部材としての板ばね3に代えて、図3に図示するように、厚み0.2mm~1mm程度のポリウレタン発泡シート3xを用いることもできる。研磨加工時に生じる横方向のせん断力をポリウレタン発泡シート3xの引っ張り強度にて受けるようにするものである。

【0041】この変形例の場合においても、工具基台5側に予めゴム等の弾性体4が焼き付けられており、その上にφ20mmで厚み0.5mmのポリウレタン発泡シート3xが接着剤によって貼り付けられる。そして、その後前述した実施例と同様にポリシャとしてのピッチ2が形成される。

【0042】なお、ピッチ2と弾性体4との間に介在させる板状部材3xとしては、ポリウレタン発泡シートに限定されるものではなく、それに相当するような特性(引っ張り強度、柔軟性、接着剤およびピッチとの相性)をもつものであれば、その他のものでもよい。

【0043】以上のように図1および図3に図示する実施例においては、研磨工具のピッチと弾性体の間に、軸方向(工具を被研磨面に押し付ける方向)には柔軟で、

横方向(研磨の運動方向)には強度(剛性)をもつ板ばね、あるいはシートを挟み込んだ構成であるので、研磨中にせん断力によってピッチポリシャが破壊されるという恐れもなく、そして、ローカル的に曲率が変化している非球面形状の被加工物を研磨する場合にも、前述したように、被加工面の非球面形状にスムーズに追従して沿わせることができ、被加工面を均一に研磨することができる。さらに、工具径の1/2以下の周期(ピッチ)をもつうねりに対して、ポリシャ研磨面は、うねりの凹凸形状に追従することなく、うねりを平滑化することができる。

【0044】次に、本発明の第2の実施例の研磨工具について、図6ないし図9を参照して説明する。

【0045】図6の(a)は本発明の第2の実施例の研磨工具の断面図であり、同(b)は同研磨工具におけるポリシャの端面図であり、図7の(a)および(b)は本発明の第2の実施例の研磨工具に用いることができる板状部材の平面図であり、図8の(a)は本発明の第2の実施例の研磨工具の変形例を示す断面図であり、同(b)は同研磨工具のポリシャの端面図である。

【0046】図6の(a)および(b)において、本実施例の研磨工具11は、ポリシャ12、薄い板状部材(板ばね等の金属板)13、弾性体14および工具基台(工具シャンク)15から構成され、工具基台15は、金属等の弾性体で、被加工物の被加工面に対して十分小さい径を有する円柱状に形成され、さらに、被加工面上の除去したいうねりの周期(ピッチ)の2倍以上の径を有することが好ましく(図9の(c)参照)、例えば、うねりの周期が10mmであるような場合には、工具径をφ20mm以上とする。

【0047】本実施例の研磨工具に使用されるポリシャ12には、厚みが0.5mm~1mmに形成されたピッチを使用し、このポリシャ12は、図6の(b)に図示するように、円周方向に独立した複数のポリシャ小片12a、すなわち、中央部から放射状に延びる複数の線により分離された形状に相当する6個に分割配置されたポリシャ小片12aから構成されている。そして、厚みが3mmのポリクロブレンゴムからなる弾性体14もポリシャ12と同様に分割配置された6個の弾性部片14a(図示しない)に形成されている。

【0048】ポリシャ12と弾性体14との間に挟みこまれる板状部材としての板ばね13は、厚さが0.05mm程度のSUSの板ばねが使用される。複数の個に分割されたポリシャ小片12aおよび弾性部片14aは、この板ばね13により、それぞれ完全に独立して動くのではなく、ポリシャが一体であるようにすなわち一つの工具として作用するように構成している。

【0049】以上のように構成された本実施例においては、ポリシャ12および弾性体14を複数の分割することにより、従来の研磨工具に比べて変形量を大きくする

ことができ、図9の(a)および(b)に図示するように、ポリシャ研磨面は、曲率の異なる被加工面であっても被加工面の形状にスムーズに追従できるようになる。そして、複数のポリシャ小片12aおよび弾性部片14aを板ばね13で連結することにより、複数のポリシャ小片12aは、それぞれが個々に独立して動くことができ、複数のポリシャ小片12aが一体となって作用するために、工具径Dの1/2以下の周期(ピッチ)Pをもつうねりに対しては、図9の(c)に図示するように、ポリシャ12が一体的にうねりに作用することとなり、ポリシャ12が一体の従来例に比べてもうねりの平滑化能力を低下することなく、うねりを平滑化することができる。このように、非球面量が大きく被加工面の曲率が場所によって大きく変化する面を研磨する場合でも、形状変化がなく、さらに、うねりを平滑化することができる。

【0050】また、ポリシャ12の材質としては、ピッチの他に、発泡ウレタンゴムやシリコンゴムを用いることもでき、弾性体としては、ポリクロロブレンゴム、シリコンゴムなどのほかスポンジ状のゴムを用いることができる。

【0051】また、板状部材としての板ばね13の材質としては、SUS、ばね鋼、リン青銅等を用いることができ、図7の(a)あるいは同(b)に図示するように、形状の変化量に対して十分変化できる形状とすることも可能である。

【0052】すなわち、板ばね13は、図7の(a)あるいは同(b)に図示するように、分離された複数のポリシャ小片12aに対応するように6個のセグメント13aに区分され、これらのセグメント13aは、中央部に設けられた貫通穴13bとポリシャ小片や弾性部片が位置しない部分に対応する部分に貫通穴13bからそれぞれ放射状に延びる複数のスリット13cとによって分割され、図7の(a)に図示する板ばね13の各セグメント13aは、その中央部の貫通穴13bの周りとスリット13cの端部に位置する外周部において連結されており、同(b)に図示する板ばね13の各セグメント13aは、中央部の貫通穴13bから放射状に形成されたスリット13cの中間部の一部で互いに連結されるように形成されている。板ばね13は、このような形状とすることにより、垂直方向(板ばね面に対して直角方向)には容易に変形可能であるが、横方向(板ばね面と同じ方向)には変形しにくい構造となり、被加工面の大きな形状変化に対しても速やかにスムーズに追従することを可能にする。

【0053】また、ポリシャの形状は、図8の(a)および(b)に図示するように構成することもできる。すなわち、円周方向に分離するとともに径方向にも分離し、独立したポリシャ小片12xaの個数を多くして、非球面の大きな形状変化にもさらにスムーズに追従する

ことができるようになる。このとき、ポリシャ12xの大きさは前述した例と同様にうねりの周期の2倍程度の径とし、φ20mmとした。また、弾性体14xも、ポリシャ小片12xaと同形状に分離し、板ばね13xにおいても、ポリシャ12xのポリシャ小片12xaと同様のセグメントに分割することができる。

【0054】以上のように構成した研磨工具を用いた実際の研磨に際しては、図5に図示すると同様に、研磨工具が、図示しない揺動機構により揺動運動しながら、被加工面上を全面走査することによって均一な除去を行った。

【0055】以上のように、図6ないし図9に図示する実施例においては、ミラーやレンズ等の被加工面よりも小径の研磨工具とし、円板形状の工具基台15上に複数の独立した弾性部片14、14xを有し、該弾性体14、14x上に円板状の板状部材としての板ばね13、13xと、板ばね13、13x上に弾性体14、14xの位置に対応した複数の独立したポリシャ小片12a、12xaからなるポリシャ12、12xを有する構成とした研磨工具11により被加工面を研磨する際に、非球面量が大きく場所によって曲率変化が大きな被加工面を研磨する場合においても、ポリシャ研磨面は、被加工面の形状に倣って変形するため、被加工面に全面均一に当たり、均一な研磨を行なうことができ、また、研磨による形状変化を起こすこともない。さらに、被加工面上の除去したいうねりの周期の2倍以上の径を有する工具により、目的とする工具径の1/2以下のうねりを平滑化することができる。すなわち、本実施例の研磨工具によれば、非球面レンズなどの光学素子を精度良く研磨することが可能となる。

【0056】次に、本発明の第3の実施例の研磨工具について、図10ないし図15を参照して説明する。

【0057】図10の(a)は本発明の第3の実施例の研磨工具の断面図であり、同(b)は同研磨工具の下面図である。

【0058】図10の(a)および(b)において、本実施例の研磨工具21は、独立した複数のポリシャ小片22aからなるポリシャ22、複数のポリシャ小片22aをそれぞれ保持する複数の保持部分23aとこれらの複数の保持部分23aを縦横に連結する格子状の連結部分23bからなる板状部材23、独立した複数の弾性部片24aからなる弾性体24および工具基台(工具シャック)25から構成され、工具基台25は、好ましくは金属等の剛性体で構成され、被加工物の被加工面に対して十分小さい径を有する円柱状に形成され、工具径をφ30mmとする。

【0059】本実施例の研磨工具におけるポリシャ22を構成するポリシャ小片22aとしては、径がφ4mmで厚みが0.5mm~1mmの円柱形状に形成されたピッチを使用し、これらのポリシャ小片22aは、板状部

材23の保持部分23a上にそれぞれ貼着され、格子状に整列される。なお、ポリシャ22を構成するポリシャ小片22aの材質には、ビッチの他に発泡ポリウレタンなどを用いることもできる。

【0060】ポリシャ小片22aを保持する板状部材23は、厚みが0.05mmのSUS、ばね鋼あるいはリン青銅等の板ばねによって形成され、複数のポリシャ小片22aをそれぞれ保持する複数の保持部分23aとこれらの保持部分23aを縦横に連結する網目状の連結部分23bとから構成されており、格子状に形成されている。

【0061】また、弾性体24を構成する複数の弾性部片24aは、厚みが3mmのポリクロロブレンゴム、シリコンゴムあるいはスポンジ状のゴム等で構成され、ポリシャ小片22aと同様の形状で径がφ4mm程度に形成されて、板状部材23を挟んでポリシャ小片22aに対応する位置にそれぞれ取り付けられ、そして、それぞれ工具基台25に貼着されている。

【0062】このように、複数のポリシャ小片22aからなるポリシャ22と複数の弾性部片24aからなる弾性体24は、それらの間に挟みこまれる格子状の板状部材23にそれぞれ貼着された状態で、工具基台25に取り付けられている。したがって、複数の個々に分割されたポリシャ小片22aは、それぞれ完全に独立して動くことなく、複数のポリシャ小片22aは一体のポリシャであるように、すなわち一つのφ30mmの工具として作用するように構成されている。

【0063】以上のように構成された本実施例の研磨工具21においては、ポリシャ22および弾性体23を複数の個々に分割することにより、従来の研磨工具に比べて変形歪を大きくすることができ、ポリシャ研磨面は、図11に図示するように、曲率が大きく異なる被加工面であっても被加工面の形状にスムーズに追従できるようになる。すなわち、非球面量が大きく被加工面の曲率が場所によって大きく変化する面を研磨する場合でも、ポリシャ研磨面が被加工面全面に均一に当たり、ポリシャ研磨面内の圧力分布が一様にする事ができ、研磨後の形状変化が少なく、精度良く研磨することが可能となる。そして、複数のポリシャ小片22aおよび弾性部片23aを格子状の板ばねで形成した板状部材23により連結することにより、複数のポリシャ小片22aが独立して個々に動くことがなく、複数のポリシャ小片22aが一体となってφ30mmの工具として作用するために、工具径の1/2以下、すなわち15mm以下の周期(ビッチ)をもつうねりに対しては、ポリシャ22が一体的にうねりに作用することとなり、ポリシャが一体の従来の研磨工具に比べても、うねりの平滑化能率を低下することなく、うねりを効率よく平滑化することができる。

【0064】本実施例における研磨工具を用いた実際の研磨に際しては、図5に図示すると同様に、研磨工具

が、図示しない揺動機構により揺動運動させながら、被加工面上を全面走査することによって均一な除去を行った。

【0065】また、本実施例の変形例として、図12に図示するように、弾性体24を構成する複数の弾性部片24aが研磨荷重方向のみに動くように、すなわち、横方向の動きを規制するように、隣り合う弾性部片24aの間に倒れ防止壁26を工具基台25上に設けることもできる。なお、その他の構成は、図10に図示する実施例と同様であり、同一部材には同一の符号を付してある。

【0066】これらの倒れ防止壁26は、弾性部片24aの荷重方向に対し直角方向の動きを規制する。これにより、研磨加工時の研磨圧力を横方向に逃がすことができ、研磨圧力を被加工面に効率よく作用させることができる。

【0067】さらに、図13に図示するように、弾性体24を構成する複数の弾性部片として、コイルばね24xを用いることもできる。この例では、定常状態での長さが3mmのコイルばね24xを用いた。なお、その他の構成は、図10に図示する実施例と同様であり、同一部材には同一の符号を付してある。

【0068】さらに、弾性体の変形例として、図14に示すようなシリンダ手段とすることもできる。すなわち、工具シャंक25xにおいて、その表面に穿設した複数のシリンダ穴27に連通する圧力室28を形成し、複数のシリンダ穴27には個々に独立して移動可能な可動体29をそれぞれ挿入してあり、圧力室28に加圧エアーを導入することにより、可動体29は図中下方向に加圧されている。これらの可動体29は、前述した実施例と同様に配置された格子状の板状部材23およびポリシャ小片22aにそれぞれ対応して配列されており、各可動体29は、前述した実施例の弾性部片24aや24xと同様の機能をする。

【0069】また、板状部材23の変形例として、図15に図示するように、ポリシャ22を構成するポリシャ小片22aを保持する保持部分23xの厚さを他の連結部分23xbよりも厚く形成した格子状の板状部材23xとすることができる。例えば、ポリシャ小片22aの保持部分23xaの厚みを0.1mmとし、その他の連結部分23xbの厚みを0.05mmとした。このように、ポリシャ小片22aを保持する保持部分23xaを他の部分23xbより厚くすることにより、個々のポリシャ小片22a部分の剛性を強くすることができ、うねり等の平滑化が容易にできるようになる。また、他の連結部分23xbは薄いために、大きな非球面の形状にはスムーズに倣うことができることは言うまでもない。

【0070】以上のように、図10、図12ないし図15に図示する実施例およびその変形例においては、ミラーやレンズ等の被加工面を該被加工面よりも小径の研磨

10

20

30

40

50

工具を用いて研磨する際に、特に非球面量が大きく場所による曲率変化が大きな形状を研磨する際に、円板形状の工具基台上に複数の独立した弾性部片からなる弾性体と複数の独立したポリシヤ小片からなるポリシヤを有し、これらの弾性部片とポリシヤ小片との間に格子状の板状部材を介在させた構成とした工具により、非球面量が大きな被加工物を研磨する場合においても、被加工面の形状に倣って変形するため、研磨工具全面が被加工面に均一に当たり、均一な研磨を行なうことができ、研磨による形状変化を起こすこともない。

【0071】また、研磨工具を、非球面上の除去したいうねりの周期の2倍以上の工具径に設定することにより、非球面量が大きくても、形状に追従することができるため、効率よくうねりを平滑化することができる。すなわち、本実施例の研磨工具によれば、非球面レンズなどの光学素子を精度良く研磨することが可能となる。

【0072】次に、本発明の第4の実施例の研磨工具について、図16および図17を参照して説明する。

【0073】図16において、本実施例の研磨工具31は、ポリシヤとしてのピッチ32、輪帯状の弾性体34および工具基台35から構成され、工具基台35は、被加工物の被加工面に対して小さい径を有する円柱状で好ましくは金属等の脆性体で構成され、工具径はφ20mmとする。工具基台35の被加工物と対向する面の中央部には工具基台35の外径と同心円状で、径φ10mm、高さ2mmの突出部36が設けられている。輪帯状の弾性体34は、工具基台35の突出部36に嵌合するように取り付けられ、突出部36の突き出し量よりも少なくとも1mm以上厚く、その厚みが約3mmで、JIS硬度15〜30程度のポリクロロブレンゴムまたは樹脂により構成され、この弾性体34上には、厚みが0.5mm〜1mmの（ピッチ）ポリシヤ32が成形されている。

【0074】このポリシヤ32は、例えば、複数の凸部からなる形状パターンを有するものであって、凸パターンに応じた転写板を転写型と工具の間に挟み、ピッチを取り付ける工具基台35に合わせ、ピッチをその軟化温度に加熱し工具基台35側にピッチを転写して成形される。この際、工具基台35側には予めゴム等の弾性体34が焼き付けられている。

【0075】以上のように構成される本実施例の研磨工具31は、工具の押し付け方向（研磨面に対して直角方向）には、輪帯状の硬度の低い弾性体34を介在させていることにより容易に変形可能であり、横方向（研磨面に対して水平方向、すなわち研磨の運動方向）に対しては、輪帯状の弾性体34は工具基台35中央の突出部35によりその変形が規制されるために、変形しにくく、横方向の変形量は少ない。

【0076】したがって、被加工面の形状が非球面であって、研磨する場所において部分的に曲率が変化してい

る被加工物を研磨する場合に、ポリシヤ32の研磨面は、硬度の低い弾性体34が十分な役目を果たし軽荷重でも被加工面の非球面形状に沿って変形するため、ポリシヤ32の研磨面全面が均一に被加工面に当たり、被加工面を均一に研磨することができる。これにより、被加工面の曲率が場所によって変化するような面を研磨しても、研磨後の形状精度を高精度に上げることができる。また、研磨を行なうことによって、被加工面と（ピッチ）ポリシヤ研磨面との間に相対速度が生じ、それに伴って発生するせん断力によって、ポリシヤ32と弾性体34には横方向の力が作用する。しかし、工具基台35の中央部に同心円状の突出部36が設けられ、この突出部36が輪帯状の弾性体34の芯となることにより、弾性体34の横方向（研磨の運動方向）の変形は少なく押さえられる。すなわち、弾性体34に貼り付けられている（ピッチ）ポリシヤ32の横方向の変形も同様に突出部36により押さえられる。これにより、ポリシヤを構成するピッチの割れや破壊を防ぐことができる。また、ピッチを被加工面に押し付ける際には、硬度の低いゴムまたは樹脂等の弾性体を使用しているため、工具の押し付け方向には剛性が低く、前述したように、局部的に曲率が変化している被加工物を研磨する場合にも、被研磨面の非球面形状に沿ってスムーズに変形する。

【0077】次に、本実施例の変形例を図17に図示する。この変形例は、弾性体の変形を規制する部材として、工具基台35xの中央部ではなく外周部に沿って同心円状の環状突出部37を工具基台35xと一体的に設けるものであり、この環状突出部37内に円板状のゴム等の弾性体34xを嵌合するように工具基台34xに焼き付け、その上にさらに厚み0.5〜1mmの（ピッチ）ポリシヤ32xが成形されている。工具基台35xの環状突出部37が弾性体34xを包囲する構成により、研磨によって生じる横方向のせん断力による弾性体34xの変形を規制する。

【0078】この変形例においても、図16に図示する実施例と同様の作用を奏することができる。

【0079】このように、本発明の第4の実施例の研磨工具によれば、工具基台の中央部に同心円状の突出部を設け、この突出部を輪帯状の硬度の低いゴムまたは樹脂の弾性体の芯として用いることにより、あるいは、工具基台の周辺部に同心円状の環状突出部を設け、この環状突出部で円板状の硬度の低い弾性体を包囲することにより、弾性体横方向（研磨の運動方向）の変形を少なくすることができる。すなわち、横方向（工具を被研磨面に押し付ける方向）には柔軟で横方向（研磨の運動方向）には強度をもつ構成であるので、研磨中に生じるせん断力によって、ピッチポリシヤが破壊されるという恐れがなく、かつ、曲率が変化する非球面などを研磨する時でもポリシヤを一様に被加工面に接触させることが可能となる。

【0080】次に、本発明の第5の実施例の研磨工具について、図18の(a)および(b)を参照して説明する。

【0081】図18の(a)および(b)において、本実施例の研磨工具41は、小さな研磨荷重で、任意の曲率の被加工面形状に簡単にならわせることができるようにするものである。ピッチを材料とするポリシヤ42、弾性体44および工具基台(工具シャンク)45から構成され、工具基台45は、好ましくは被加工物の被加工面に対して十分小さい径を有する円柱状の金属等の磁性体で形成され、工具径をφ20mmとする。工具基台45の被加工物と対向する面には、厚みが2mmでJIS硬度30程度のポリクロロブレンゴムからなる円板状の弾性体44が取り付けられ、この弾性体44上に厚みが0.5mm~1mmのピッチポリシヤ42が成形されている。このピッチポリシヤ42は、弾性体44の外周部に沿って工具径の1/5~1/20程度の幅、厚み0.5~1mmの輪帯状に成形される。具体的には、図18の(b)に図示するように、幅1~2mm、厚み1mm程度の複数の帯状の凸状部片42aを弾性体44の外周部にある間隔をおいて配設した形状パターンを有するポリシヤとする。ピッチの成形は、例えば、このような凸状パターンに応じた転写版を転写型と工具の間に挟み、ピッチを取り付ける工具基台45に合わせ、ピッチをその軟化温度に加熱し工具基台45側にピッチを転写して成形される。この際、工具基台45側には予めゴム等の弾性体44が焼き付けられている。

【0082】本実施例の研磨工具41は、以上のように構成されており、研磨時においてポリシヤとして作用するのは複数の凸状部片42aのみであり、そして、工具の押し付け力が小さくても容易に変形可能で、被加工面の形状が非球面であって、研磨する場所において部分的に曲率に変化している被加工物を研磨する場合においても、ほぼ線接触に近い形で被加工面に当たるため、面接触する工具に比べて、ピッチポリシヤ研磨面の部分的な変化ははるかに小さく抑えることができ、研磨工具の弾性体の硬度を下げる必要もなく、軽い研磨荷重でも非球面の被加工面の形状に沿って変形し、ポリシヤ研磨面が均一に被加工面に当たり、全面を均一に研磨することができる。これによって、被加工面の曲率が場所によって異なる面を研磨しても、研磨後の形状精度を高精度に仕上げるることができる。

【0083】このように、本実施例の研磨工具によれば、研磨の際に、前記のように硬度の高い弾性体であっても、低い研磨荷重でポリシヤ研磨面を被加工面に押し付けることができるため、ピッチポリシヤを破損することなく、うねりの平滑化にも有利となる。

【0084】また、本実施例の変形例を図19に図示する。この変形例は、ピッチを使用する代わりに、厚み0.5~1mm程度の(発泡)ポリウレタンをリング状

に形成し、このリング状ポリシヤ42xを前記工具基台に貼り付けたものである。また、(発泡)ポリウレタンに代え、四フッ化エチレン樹脂(テフロン)等も利用することができ、ポリシヤとして使用できるものであれば、他の材質のものでも良く、特にピッチに限定されるものではない。

【0085】このように、(発泡)ポリウレタン、四フッ化エチレン樹脂(テフロン)等をポリシヤとする場合は、ピッチのように脆く、割れを発生しやすいという欠点がなく、しかも、それ自体多少の弾力性をもっているために、バックアップとしての弾性体は特に必要とせず、工具基台面に直に貼り付けて使用することも可能である。

【0086】本発明の第5の実施例の研磨工具によれば、曲率に変化する非球面などを研磨する時でも少ない研磨荷重で前記ポリシヤ研磨面が線接触状に一樣に被加工面に接触するため、追従性が良く、したがって、ポリシヤの変形量も少なくすむため、研磨中にピッチポリシヤが破壊してしまうという問題もない。そして、ピッチポリシヤのバックアップとしての弾性体の硬度も低くする必要がない。このように、ポリシヤとして硬度の高い工具を用い、軽荷重で研磨を行なうことができるため、うねりの平滑化の能率を上げることができる。

【0087】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、曲率変化が大きな非球面などの被加工面を研磨する場合において、ポリシヤ研磨面は、曲率が大きく変化する被加工面であっても被加工面の形状にスムーズに追従することができ、ポリシヤ研磨面全面が被加工面に均一に当たり、形状変化を生じることなく、被加工面全面を均一に研磨することができ、さらに、ポリシヤ研磨面は、小周期のうねり(リップル)の凹凸形状に追従することなく、うねりを効率的に平滑化することができ、レンズやミラー等の光学素子の非球面形状を高精度に研磨することができる。また、工具径を小周期のうねりの周期の2倍以上とすることによりうねりを容易にかつより効率的に平滑化することができる。

【0088】さらに、ポリシヤとしてピッチを用いて研磨する際に生じる溝方向のせん断力によるピッチポリシヤの変形を抑制することができ、ピッチポリシヤの割れや破損を防止することができる。

【0089】また、ポリシヤを複数の独立したポリシヤ小片で構成するとともに弾性体も同様に複数の独立した弾性部片で構成し、これらを垂直方向には容易に変形可能であるが、横方向には変形しにくい構造とした仮ばねに取り付けることにより、ポリシヤ研磨面の変形量を大きくすることができ、被加工面の大きな形状変化に対しても速やかにスムーズに追従することができ、ポリシヤ研磨面は、被加工面の形状に倣って変形するため、被加工面に全面均一に当たり、均一な研磨を行なうことがで



き、また、研磨による形状劣化を起こすこともなく、さらに、小周期のうねりも効率良く平滑化することができる。

【0090】さらに、複数の独立したポリシヤ小片からなるポリシヤと複数の独立した弾性部材からなる弾性体との間に格子状の板状部材を介在させることによって、同様に、ポリシヤ研磨面の変形量を大きくすることができ、被加工面の大きな形状変化に対しても速やかにスムーズに追従することができ、ポリシヤ研磨面は、被加工面の形状に倣って変形するため、均一な研磨を行なうことができ、また、さらに、うねりも効率良く平滑化することができる。

【0091】また、ポリシヤを輪帯状とすることにより、被加工面に対して線接触状に当接し、軽荷重であっても容易に変形可能となり、曲率が大きく変化する被加工面であっても被加工面の形状にスムーズに追従することができ、均一な研磨が可能であり、うねりの平滑化の効率も良好にできる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例の研磨工具の断面図である。

【図2】本発明の第1の実施例の研磨工具に用いる板状部材の平面図である。

【図3】本発明の第1の実施例の研磨工具の変形例を示す断面図である。

【図4】(a)および(b)は本発明の第1の実施例の研磨工具による被加工物の非球面を研磨する態様を示す図であり、(c)は同研磨工具による被加工物のリップルを研磨除去する態様を示す図である。

【図5】本発明の第1の実施例の研磨工具の被加工面に対する研磨走査軌跡を示す図である。

【図6】(a)は本発明の第2の実施例の研磨工具の断面図であり、(b)は同研磨工具におけるポリシヤの端面図である。

【図7】(a)および(b)は本発明の第2の実施例の研磨工具に用いることができる板状部材の平面図である。

【図8】(a)は本発明の第2の実施例の研磨工具の変形例を示す断面図であり、(b)は同研磨工具の変形例におけるポリシヤの端面図である。

【図9】(a)および(b)は本発明の第2の実施例の研磨工具による被加工物の非球面を研磨する態様を示す図であり、(c)は同研磨工具による被加工物のリップルを研磨除去する態様を示す図である。

【図10】(a)は本発明の第3の実施例の研磨工具の断面図であり、(b)は同研磨工具の下面図である。

【図11】本発明の第3の実施例の研磨工具による被加工物の非球面を研磨する態様を示す図である。

【図12】本発明の第3の実施例の研磨工具の変形例を示す断面図である。

【図13】本発明の第3の実施例の研磨工具の他の変形例を示す断面図である。

【図14】本発明の第3の実施例の研磨工具の他の変形例を示す断面図である。

【図15】本発明の第3の実施例の研磨工具の他の変形例を示す断面図である。

【図16】本発明の第4の実施例の研磨工具の断面図である。

【図17】本発明の第4の実施例の研磨工具の変形例を示す断面図である。

【図18】(a)は本発明の第5の実施例の研磨工具の断面図であり、(b)は同研磨工具におけるポリシヤの平面図である。

【図19】本発明の第5の実施例の研磨工具における他のポリシヤの平面図である。

【図20】従来の研磨工具の一例を図示する断面図である。

#### 【符号の説明】

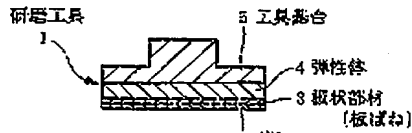
- |          |             |
|----------|-------------|
| 1        | 研磨工具        |
| 2        | ポリシヤ        |
| 3        | 板状部材(板ばね)   |
| 3a       | 中央セグメント     |
| 3b       | 周辺セグメント     |
| 3x       | ポリウレタン発泡シート |
| 4        | 弾性体         |
| 5        | 工具基台        |
| 11       | 研磨工具        |
| 12、12x   | ポリシヤ        |
| 12a、12xa | ポリシヤ小片      |
| 13、13x   | 板状部材(板ばね)   |
| 13a      | セグメント       |
| 13b      | 貫通穴         |
| 13c      | スリット        |
| 14       | 弾性体         |
| 15       | 工具基台        |
| 21       | 研磨工具        |
| 22       | ポリシヤ        |
| 22a      | ポリシヤ小片      |
| 23、23x   | 板状部材(板ばね)   |
| 23a、23xa | 保持部分        |
| 23b、23xb | 連結部分        |
| 24       | 弾性体         |
| 24a      | 弾性部材        |
| 24x      | コイルばね       |
| 25、25x   | 工具基台        |
| 26       | 倒れ防止壁       |
| 27       | シリンダ穴       |
| 28       | 圧力室         |
| 29       | 可動体         |
| 31、31x   | 研磨工具        |

32. 32x ポリシャ  
 34. 34x 弾性体  
 35. 35x 工具基台  
 36 突出部  
 37 (環状) 突出部  
 41 研磨工具

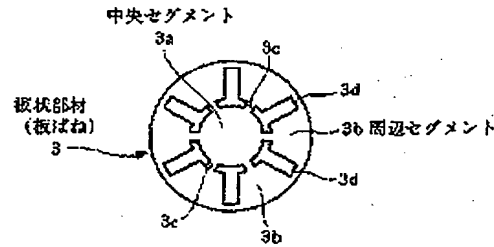
\* 42 ポリシャ  
 42a 凸状部片  
 42x リング状ポリシャ  
 44 弾性体  
 45 工具基台

\*

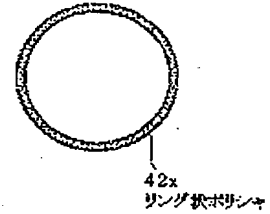
【図1】



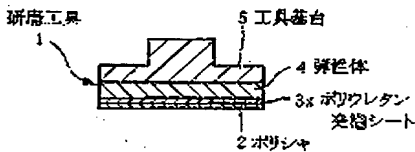
【図2】



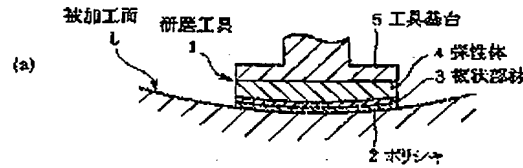
【図19】



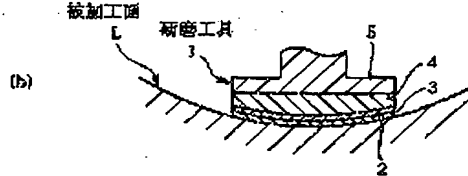
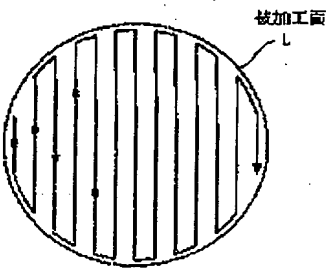
【図3】



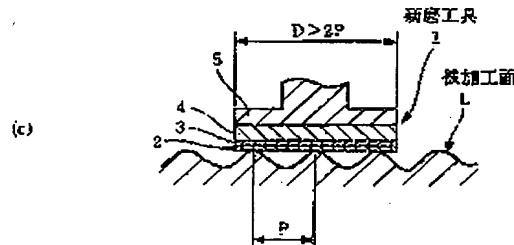
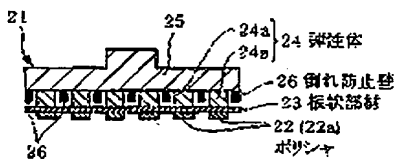
【図4】



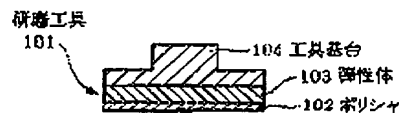
【図5】



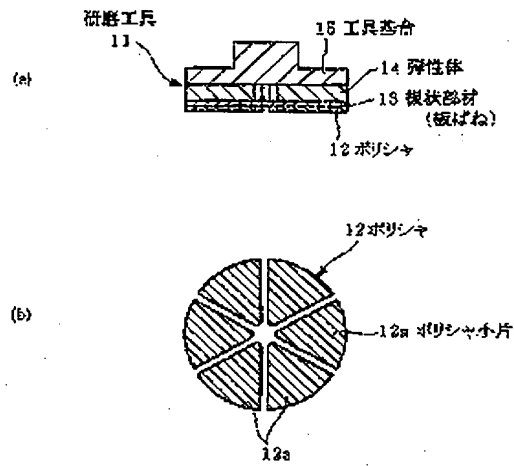
【図12】



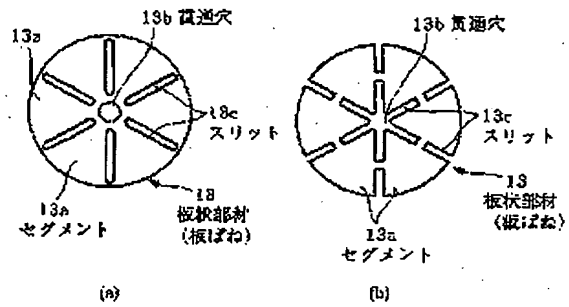
【図20】



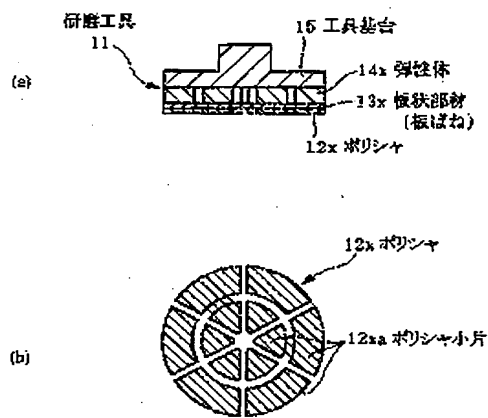
【図6】



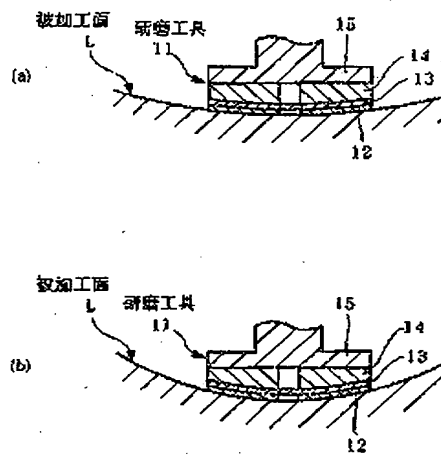
【図7】



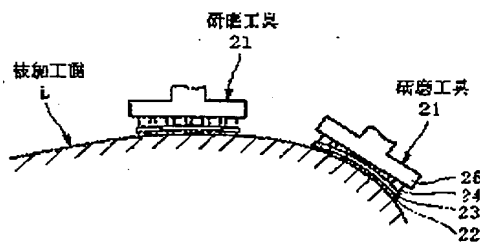
【図8】



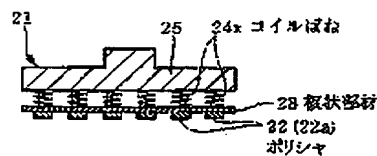
【図9】



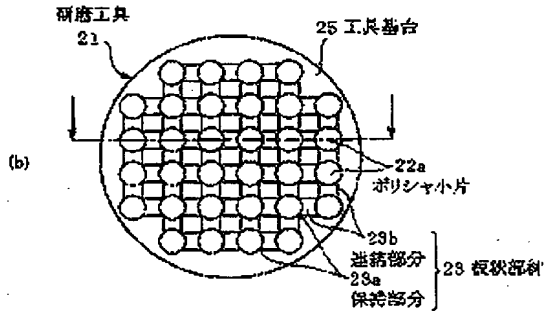
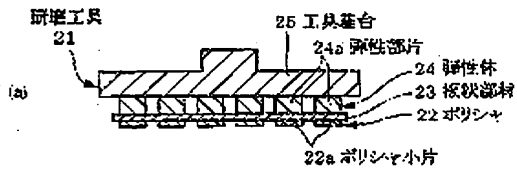
【図11】



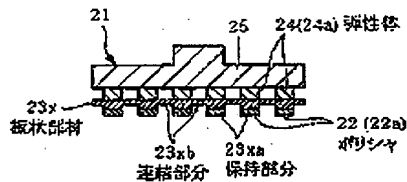
【図13】



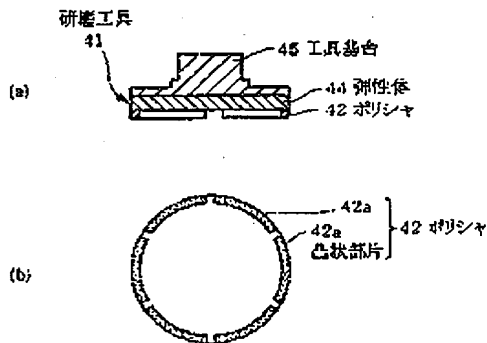
【図10】



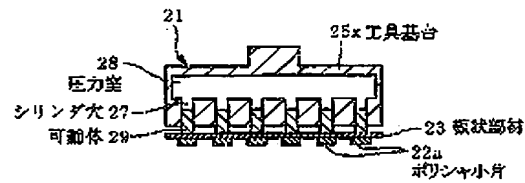
【図15】



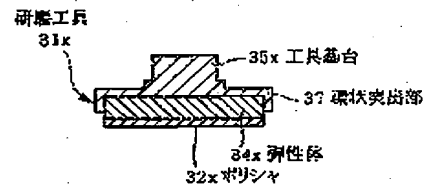
【図18】



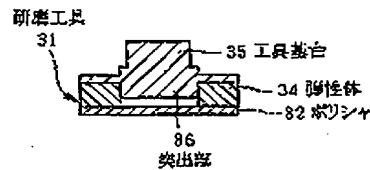
【図14】



【図17】



【図16】



フロントページの続き

(72)発明者 斎藤 憲久  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内

(72)発明者 安藤 学  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内

Fターム(参考) 3C049 AA07 AA11 AA16 AC04 CA01  
CB01